



การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากของเด็กปกติ

ที่มีอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน

The Study of Intraoral Air Pressure in Normal

Children Aged 5 to 9 Years 11 Months

ผ่องศรี กองกาญจนทิพย์

ฉบับนี้ขึ้นทนาย

จาก

มหาวิทยาลัยมหิดล ม. ๕๖๖๖๖

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาความผิดปกติของการสื่อความหมาย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ. ศ. 2534

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์
เรื่อง
การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากของเด็กปกติ
ที่มีอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน


.....

ผอ่องศรี กองกาญจนทิพย์
ผู้วิจัย


.....

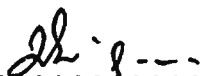
ชันทน์ อาคมนนท์, วท.บ., M.A.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

สุมาลี ดีจงกิจ, วท.บ., ศศ.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

อุไรรัตน์ สุปรรณวลาศ, วท.บ., พบ.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์


.....

มนตรี จุลสมัย, พ.บ., Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย


.....

รจนา ทรรทรานนท์, คบ., M.A.
หัวหน้าโครงการบัณฑิตศึกษา
สาขาความผิดปกติของการสื่อความหมาย
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาคำแรงดันลมในช่องปากของเด็กปกติที่มีอายุ

5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปรัชญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ความผิดปกติของการสื่อความหมาย)

วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2534

.....

ผ่องศรี กองกาญจนทิพย์

ผู้วิจัย

.....

ชนิดถ์ อาคมานนท์, วท.บ., M.A.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

สมาลี ดีจงกิจ, วท.บ., ศศ.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

อุไรรัตน์ สุปรรณวิลาศ, วท.บ., พบ.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

จรัญญา สุขวนาชัยกุล, วท.บ., ศศ.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

.....

มนตรี จุลสมัย, พ.บ., Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

อรรถสิทธิ์ เวชชาชีวะ, F.R.C.P.

คณบดี

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาว ผ่องศรี กองกาญจนทิพย์

วัน เดือน ปีเกิด 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2505

สถานที่เกิด จังหวัดราชบุรี

ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2524-2527 :

วิทยาศาสตรบัณฑิต (กายภาพบำบัด)

(เกียรตินิยมอันดับ 2)

มหาวิทยาลัยมหิดล , พ.ศ. 2531-2534 :

ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ความผิดปกติของการสื่อความหมาย)

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์
ชนิต์ อาคมานนท์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สุมาลี ดีจงกิจ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ อุไรรัตน์ สุปรรณวิลาศ
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องใน
การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์นายแพทย์เสก อักษรานุเคราะห์
หัวหน้าศูนย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูสรวงคนิवास สภาภาษาไทย และหัวหน้าแผนก
เวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ที่ส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้มาศึกษาต่อใน
ระดับปริญญาโท โดยให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย
มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ,
วัดโบสถ์, อนุบาลสามเสน, วัดอมรินทราราม, วัดโสมนัส, วัดพลับพลาชัย,
โฆสิตสโมสร, วัดชนะสงคราม และอนุบาลวัดปรินายก ที่ให้ความช่วยเหลือต่อ
ผู้วิจัยในการเก็บข้อมูลจากเด็กนักเรียนของท่าน

ขอขอบคุณ คุณสุภชัย เพ็ชรคง และคุณธีระยุทธ สุตัญทวิบูลย์ ที่ได้กรุณา
สร้างเครื่อง Oral Manometer ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้เพราะผู้วิจัยได้รับการช่วยเหลือ และ
กำลังใจจาก คุณพ่อและคุณแม่ คุณมานิดา กริยาผล คุณจรัญญา เหล่าสุวรรณ
และพี่น้องภรรยา บำบัดจากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ตลอดจนพี่และเพื่อนนักศึกษา
ปริญญาโท สาขาความผิดปกติของการสื่อความหมาย

ผ่องศรี กองกาญจนาทิพย์

± 0.1124 จนถึง 0.9875 ± 0.1126 ซึ่งจะเห็นได้ว่าคุณค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรง
ดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติอาจมีค่าไม่เท่ากับ 1 เสมอไป



Thesis Title The Study of Intraoral Air Pressure in
Normal Children Aged 5 to 9 Years
11 Months

Name Phongsri Kongkanjanatip

Degree Master of Arts (Communication Disorders)

Thesis Supervisory Committee

 Chanut Akamanon, B.Sc., M.A.
 Sumalee Dechongkit, B.Sc., M.A.
 Urairat Subunvilas, B.Sc., M.P.A.

Date of Graduation 21 February B.E.2534 (1991)

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the intraoral air pressure in normal children aged 5 to 9 years 11 months . Subjects were 200 children randomly selected from 8 schools listed under the Office of Bangkok Metropolitan Primary Education Committee. These children were divided into 5 age groups each differed by 12 months interval. There were 111 females and 89 males in total . The ability of each child to generate intraoral air pressure was measured both with nostrils occluded and with nostrils open by means of an electrical oral manometer which was constructed by a Thai engineer.

The results showed that there were no significant differences in the mean values for intraoral air pressure between 3 repeated trials under 2 conditions, nostrils occluded and nostrils open in all age groups ($p>0.05$).The intraoral air pressure measured with nostrils occluded and nostrils open showed a tendency to increase with age,

especially between age groups that were distant from each other. And the mean value for the 8-8 years 11 months group was significantly higher than the 6-6 years 11 months group ($p < 0.05$). Also the mean value for the 9-9 years 11 months group was significantly higher than those groups with the ages between 5-7 years 11 months ($p < 0.05$). For other groups with closer age levels, no significant differences in the mean values of intra-oral air pressure were found among them ($p > 0.05$).

This may be explained that there must be some other factors involved such as shape, height, etc.. Moreover, it was noticed that the oral manometer ratio in the normal subjects of all age groups were 0.9823 ± 0.1124 to 0.9875 ± 0.1126 . This indicated that the oral manometer ratios of normal subjects may not always equal 1.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ญ
บทที่	
1 บทนำ	1
2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
4 ผลการวิจัย	37
5 อภิปราย สรุป และ ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก	
ก. สูตรการแปลงค่าแรงดันลมเป็นหน่วยต่างๆ	87
ข. แบบทดสอบเพื่อคัดกรองการพูดผิดปกติ	89
ค. การทำงานของเครื่อง Oral manometer	91
ง. แบบบันทึกผลการทดสอบ	98
จ. ค่าสิ่งมาตรฐาน	101
ฉ. สูตรคำนวณกลุ่มตัวอย่าง (N)	103
ช. ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก และสัดส่วนแรงดันลมของเด็กช่วงอายุต่างๆ	105
ซ. ชื่อและสถานที่ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	116

สารบัญตาราง

ตารางที่ ๒

หน้า

1	ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกของเด็กปกติ จำแนกตามผู้วิจัยอายุและเพศ	16
2	ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกของคนปกติใน วัยผู้ใหญ่ จำแนกตาม ผู้วิจัย อายุ และเพศ	19
3	ห้องเรียนของเด็กที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน	23
4	จำนวนเด็กที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน	24
5	จำนวนเด็กจำแนกตามเพศและลักษณะชั้นเรียนที่ใช้ในโครงการ นาร่อง	32
6	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	38
7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูก ของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	39
8	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	39
9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	40
10	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	41
11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	42

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	42
13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	43
14	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	44
15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	45
16	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	46
17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	47
18	การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก ของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	48
19	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	49
20	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่อง ปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	50
21	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	50

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
22	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	51
23	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	52
24	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	53
25	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	53
26	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	54
27	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง	55
28	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3	56
29	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของกลุ่มเด็กอายุต่างๆ	57
30	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	58
31	การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

32	ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากเด็กกลุ่มอายุต่างๆ	60
33	ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วน แรงดันลมของเด็กช่วงอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน	106
34	ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วน แรงดันลมของเด็กช่วงอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน	108
35	ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วน แรงดันลมของเด็กช่วงอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน	110
36	ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วน แรงดันลมของเด็กช่วงอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน	112
37	ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วน แรงดันลมของเด็กช่วงอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน	114

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	เครื่อง Oral manometer	28
2	Syringe ที่ดัดแปลงมาใช้เป็นท่อเป่า และท่อขางที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างตัวเครื่องกับท่อเป่า	28
3	ไดอะแกรมของเครื่อง Oral manometer	29
4	การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก	30
5	การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก	30
6	กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของแรงดันลม (Pin) กับแรงดันไฟฟ้า (Pout) ที่ได้ในภาคแสดงผล	96

บทที่ 1

บทนำ

การเปล่งเสียงภาษาไทยส่วนใหญ่จะต้องอาศัยการทำงานของเพดานอ่อนและผนังคอ เพื่อปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูก เนื่องจากเสียงสระและพยัญชนะไทยเป็นเสียงที่มีลมออกทางปากเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นเสียง (ม) (น) (ง) เท่านั้น ที่เป็นเสียงที่มีลมออกทางจมูกด้วย ดังนั้นในการช่วยเหลือผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางการพูด จึงต้องมีการประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอ ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกันแต่วิธีที่นิยมใช้ได้แก่ การทดสอบการแปรเสียง (Articulation test) (1, 2, 3) การตรวจโดยวิธีถ่ายภาพรังสี (Radiographic examination) (2, 4, 5, 6) และการตรวจด้วยวิธีอากาศพลศาสตร์ (Aerodynamic assessment) (1, 3, 7, 8, 9)

การประเมินแต่ละวิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสียคือ การทดสอบการแปรเสียงนั้น ผลการทดสอบขึ้นอยู่กับผู้ที่ทำการทดสอบเป็นเกณฑ์ จึงอาจเกิดความลำเอียงขึ้นได้ ส่วนการถ่ายภาพขนตรังสีนั้นต้องใช้เครื่องมือราคาแพงและยังต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในการถ่ายภาพรังสี นอกจากนี้ ผู้ป่วยมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากรังสี ส่วนวิธีวัดแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งของอากาศพลศาสตร์นั้น เป็นเทคนิคที่ใช้ง่ายสะดวกและไม่เป็นอันตรายกับผู้ป่วย นอกจากนี้ยังใช้ประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอได้ ในกรณีที่ผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือในวิธีการทดสอบแบบอื่นๆอีกด้วย

จากการศึกษาของ Kantner (10) , Buncke (11) , Priestersbach และ Powers (12), Chase (13), Hanson (14) ได้ใช้ Oral manometer และ Spirometer ประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการทดสอบในขณะที่ไม่ออกเสียง (Nonspeech task) ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากเป็นความสูงของปรอทหรือน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรหรือนิวฟุต ซึ่งสามารถแปลงเป็นอונซ์ต่อตารางนิ้วภายหลังได้ (สูตรแปลงดูในภาคผนวก ก) ด้วยวิธีการนี้จึงสามารถประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนัง

คอได้ ปริมาณลมที่วัดได้เป็นตัวเลขนี้ ทำให้ผลการประเมินน่าเชื่อถือและมีความลำเอียงน้อยกว่าการประเมินโดยผู้ทดสอบฟังเสียง หรือตรวจดูอวัยวะในช่องปากเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้การใช้ Oral manometer วัดแรงดันลมในช่องปากยังสะดวกที่จะใช้ในคลินิกฝึกพูด โดยสามารถนำไปใช้ในการประเมินและวางแผนฝึกพูด เปรียบเทียบแรงดันลมในช่องปากก่อนและหลังฝึกพูดเพื่อดูความก้าวหน้าและยังใช้ในการประเมินผลการรักษาด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การประเมินหลังจากใส่เพดานปลอม การประเมินหลังจากผ่าตัดปิดเพดานโหว่และยังใช้เป็น Visual feedback ในขณะฝึกพูดได้อีกด้วย

เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทย เท่าที่ผ่านมาเป็นการศึกษาค่าแรงดันลมในช่องจมูกขณะพูด (15) ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเครื่อง Oral manometer ที่ประดิษฐ์โดยวิศวกรไทย วัดค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามระดับอายุโดยแบ่งเป็นช่วงอายุละ 1 ปี ศึกษาในด้านเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากโดยเป่าลมออกทางปากอย่างเต็มที่ในขณะที่เปิดและปิดจมูก รวมทั้งศึกษาค่าสัดส่วนแรงดันลม (Oral manometer ratio) จากกลุ่มเด็กปกติซึ่งคาดว่าผลของการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผู้ป่วยที่มีความผิดปกติของโครงสร้างและการทำงานของเพดานปากและผนังคอในคลินิกฝึกพูดต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ
2. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ
3. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่า ขณะปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ
4. เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่า ขณะปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ
5. เพื่อศึกษา ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนแรง

ดันลมในช่องปากขณะเป่าของกลุ่มเด็กปกติในแต่ละระดับอายุ

คำถามในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจนมูก ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ แตกต่างกันหรือไม่
2. ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจนมูกของเด็กปกติ ที่ระดับอายุต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่
3. ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจนมูกในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ แตกต่างกันหรือไม่
4. ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจนมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ แตกต่างกันหรือไม่
5. ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของกลุ่มเด็กปกติในแต่ละระดับอายุ มีค่าเท่าใด

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า โดยใช้ Oral manometer แบบใช้กระแสไฟฟ้าที่ประดิษฐ์โดยวิศวกรไทย เพื่อใช้ในการศึกษาครั้งนี้เท่านั้น

2. ศึกษาเด็กปกติที่มีอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ซึ่งเป็นนักเรียนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร เฉพาะเด็กนักเรียนที่ไม่มีความบกพร่องของอวัยวะที่ใช้ในการพูด มีระดับการได้ยินปกติ ไม่มีโรคติดเชื้อของทางเดินหายใจ ไม่มีความบกพร่องของสมองและสติปัญญา รวมทั้งไม่มีปัญหาการเรียนรู้อยู่

3. ในการศึกษาครั้งนี้วัดค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า โดยใช้ย่านการวัดที่ 2 (range) ซึ่งให้ค่าตัวเลขเป็นเลขทศนิยม 2 ตำแหน่ง

4. ค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถแสดงหน่วยการวัดได้ เนื่องจากไม่ได้ทำการปรับแต่งค่า (Calibrate) กับเครื่องวัดความดันมาตรฐานซึ่งหาไม่ได้ในประเทศไทย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถทราบค่าเฉลี่ยแรงดันลมและค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติที่มีอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน
2. เพื่อใช้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมและค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลม เป็นแนวทางในการประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอ เพื่อแยกเด็กปกติออกจากเด็กผิดปกติได้
3. สามารถนำ ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า ไปประเมินผลการรักษาผู้ป่วยเพดานโหว่ก่อนและหลังผ่าตัดได้
4. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอร่วมกับการประเมินด้วยวิธีอื่นๆ ได้

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติอายุ ระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ได้รวบรวมวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ กลไกการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในขณะเป่า บทบาทของเพดานอ่อน และผนังคอในขณะพูด อากาศพลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเป่าและการพูด และการวัดแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า

กลไกการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในขณะเป่า

การเป่าลมผ่านทางปากให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีการปิดกั้นมิให้ลมผ่าน ออกสู่โพรงจมูก โดยอาศัยการยกเพดานอ่อนและการบีบรัดของผนังคอ จากการ ศึกษาของ Shprintzen และคณะ (6, 16) พบว่าในขณะเป่า กล้ามเนื้อ Levator ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสลิงโดยจะดึงเพดานอ่อนในทิศทางเคลื่อนขึ้น และเฉียงไปด้านหลังมีผลทำให้เพดานอ่อนส่วนหลัง 1 ส่วน จากทั้งหมด 3 ส่วน แตะกับผนังคอด้านหลังซึ่งเคลื่อนมาข้างหน้า ขณะเดียวกันส่วนบนของกล้ามเนื้อ Superior constrictor จะหดตัวทำให้ผนังคอด้านหลังและด้านข้างบีบรัด เข้ามาชิดกับเพดานอ่อนที่ยกขึ้น ทั้งนี้ผนังคอด้านข้างจะบีบรัดเพดานอ่อนด้านข้าง โดยส่วนที่อยู่ต่ำลงมาเปิดช่องตลอด เพื่อให้กระแสลมจากปอดผ่านขึ้นสู่ช่องปาก ได้ แม้จะมีผู้วิจัยจำนวนหนึ่งพบว่ากลไกการทำงานของเพดานอ่อนและผนังคอ ในการปิดกั้นลมไม่ให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูกในขณะพูดและขณะที่ไม่ออกเสียงพูดได้แก่ การเป่า การดูด และการกลืน นั้นแตกต่างกัน (16,17,18,19,20,21,22, 23,24,25,26) แต่จากการศึกษาของ Shprintzen และคณะ (6), Bloomer (27), Fritzell (28), Miyazaki, Matsuya และ Yamaoka (29) พบว่ากลไกการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในขณะเป่า คล้ายกับการพูดมากที่สุด

ความสำคัญของเพดานอ่อนกับผนังคอที่มีต่อการพูด

จากการศึกษาของ Stetson และ Hudgins (30) พบว่าการเปล่งเสียงพยัญชนะต่างๆ จำเป็นต้องอาศัยการกักลมในช่องปาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงพยัญชนะเสียดแทรก พยัญชนะกึ่งเสียดแทรกและพยัญชนะระเบิดนั้นต้องใช้การกักลมเพื่อให้เกิดแรงดันลมในช่องปากสูงสุด นอกจากนี้ เสียงพยัญชนะเลื่อน (Glides) และพยัญชนะกึ่งสระ ต้องใช้การกักลมเพื่อให้เกิดแรงดันลมในช่องปากรองลงมา ส่วนพยัญชนะนาสิกนั้นแทบจะไม่ต้องอาศัยการกักลมในช่องปากเลย ซึ่งผู้วิจัยหลายท่าน (31, 32, 33, 34, 35, 36) ได้พบในทำนองเดียวกัน ดังนั้น ถ้าเพดานอ่อนกับผนังคอมีความบกพร่องในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูกในขณะพูด จะทำให้การพูดผิดปกติได้ในลักษณะต่างๆ ต่อไปนี้คือ พัฒนาการการพูดล่าช้ากว่าเด็กปกติในวัยเดียวกัน (37, 38, 39) พูดไม่ชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงที่อาศัยการกักลมในช่องปากสูง (40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51) พูดเสียงขึ้นจมูก (42, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) คุณภาพเสียงผิดปกติแบบ Hyperfunctional voice disorder (58, 59, 60) และมีลมรั่วออกจุมูกขณะพูด (60)

อากาศพลศาสตร์ (Aerodynamics)

Lubker (61) ได้รวบรวมผลงานวิจัยทางด้านอากาศพลศาสตร์ และให้ข้อสรุป ดังนี้ ในคนปกติจะมีการเคลื่อนของเพดานอ่อนและผนังคอเพื่อปิดกั้นไม่ให้ลมรั่วออกจุมูกในขณะพูด ดังนั้นจึงสามารถประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอได้จากการประเมินลมที่ไหลผ่านจุมูก (Nasal air flow) และจากการประเมินแรงดันลมในช่องปากและจุมูก (Oral and nasal air pressure)

วิธีวัดทางอากาศพลศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. วัดการไหลของลม (Air-flow registration method) เครื่องมือที่นิยมได้แก่

1.1 Pneumotachograph เครื่องมือนี้ อาศัยหลักทางฟิสิกส์อยู่ว่า ปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านท่อตรงท่อหนึ่ง จะเป็นสัดส่วนกับแรงดันลมที่แตกต่างกัน ณ จุดสองจุดภายในท่อนั้น (62) ท่อดังกล่าวนี้ประกอบด้วยลวดกรองชนิดละเอียด (Fine screen wire) ซึ่งก่อให้เกิดแรงต้านต่อกระแสลมที่ไหลผ่านเล็กน้อย ความแตกต่างของแรงดันลมนี้อาจนำไปยังหม้อแปลงแรงดันชนิดไว (Sensitive pressure transducer) ซึ่งจะแปลงแรงดันลมออกมาเป็นกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนกับแรงดันลมที่ไหลผ่านเข้าท่อนั้นเอง กระแสไฟฟ้างี้จะถูกรายและส่งต่อไปยังระบบบันทึกกราฟ (63) ข้อดีของการวัดด้วย Pneumotachograph คือให้ความเที่ยงตรงและให้ความเชื่อมั่นในระดับสูงและค่าจากการวัด ยังให้ค่าเป็นเชิงเส้นอีกด้วย (Linearity) (. 64, 65, 66) นอกจากนี้ยังสามารถวัดลมที่ไหลทั้งเข้าและออกจากปากและจมูกได้อีกด้วย ในการวัดเพื่อแยกลมที่ไหลผ่านช่องจมูกและปากนั้นต้องใช้หน้ากากเพื่อให้ลมที่ไหลผ่านช่องปากและช่องจมูกผ่านเข้าเครื่อง Pneumotachograph โดยตรง แต่จากการศึกษาของ Lubker และ Moll (67) ได้รายงานว่ หน้ากากมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของริมฝีปากและขากรรไกรล่างถูกจำกัด ในขณะที่พูด ถึงกระนั้นก็ตาม Lubker (61) มีความเห็นว่าถ้าไม่สวมหน้ากาก จนแน่นเกินไปการเคลื่อนที่ของริมฝีปากและขากรรไกรล่างในขณะที่พูดจะถูกจำกัดลดลง

1.2 Warm-wire anemometer เครื่องมือนี้ใช้ขดลวดร้อนเป็นสื่อจับกระแสลม (Airflow sensing element) โดยอาศัยหลักทางฟิสิกส์ที่ว่าเมื่อขดลวดร้อนเย็นลงจากการที่มีลมไหลผ่าน มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในขดลวดร้อนนั้นเปลี่ยนแปลง กระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงนี้จะต่อเข้าเครื่องบันทึกค่าออกมาเป็นอัตราการไหลของลม (61) นอกจากนี้ศีรษะของผู้ถูกทดสอบจะต้องอยู่นิ่งและระยะห่างระหว่างขดลวดร้อนกับจมูกต้องคงที่เสมอ ข้อดีของ Warm-wire anemometer คือไม่ใช้หน้ากากแต่ใช้การแขวนขดลวดร้อนใกล้กับช่องปากและช่องจมูก (36, 68) ข้อเสียของ Warm-wire anemometer

คือ ค่าที่ได้จากการวัดการไหลของลมไม่เป็นเชิงเส้นและไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างลมที่ไหลเข้าและออกทั้งจากช่องปากและช่องจมูก นอกจากนี้ประสิทธิภาพในการวัดลมที่ไหลด้วยชดลวดร้อนยังขึ้นอยู่กับตำแหน่งการแขวนและจำนวนชดลวด ซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามประเภทของหน่วยเสียงและลักษณะใบหน้าของผู้พูดแต่ละคน (69, 70, 71)

2. การวัดแรงดันลมในช่องปากและจมูก (Intra-oral and intra-nasal pressure registration method) แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ การวัดแรงดันลมในขณะพูดและขณะที่ไม่ออกเสียงพูด เครื่องมือที่นิยมใช้คือ U-tube water manometer และ Hunter oral manometer

สำหรับ U-tube water manometer นั้นใช้วัดค่าแรงดันลมในช่องปากและจมูกเพื่อประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในขณะพูด โดยมีสายยางต่อจากปลายข้างหนึ่งของท่อ U-tube water manometer ไปยังจมูก แล้วอ่านค่าแรงดันลมที่รั่วผ่านจมูกจากระดับน้ำที่เคลื่อนขึ้นในท่อ มีหน่วยวัดเป็น เซนติเมตรน้ำ (11, 15, 72, 73, 74) อุปกรณ์ที่ใช้ในการประเมินแรงดันลมที่รั่วออกจมูกด้วยวิธีนี้มีราคาถูกและให้ค่าการวัดออกมาเป็นตัวเลขและยังใช้เป็น Visual feedback ระหว่างการฝึกพูดของผู้ป่วยเพื่อดูว่ามีลมรั่วออกจมูกหรือไม่ (11, 72, 73, 74) ในคนปกติจะไม่มีแรงดันลมในช่องจมูกขณะพูดหรือมีเพียงเล็กน้อย ถ้าคนๆ นั้นตั้งใจจะทำให้ลมรั่วผ่านจมูกในช่วงจังหวะสุดท้ายของคำพูด (75, 76, 77, 78) ข้อจำกัดในการใช้ U-tube water manometer เพื่อวัดแรงดันลมในช่องจมูกคือ ค่าที่ได้เป็นค่าจากระดับน้ำที่เคลื่อนสูงสุด และเครื่อง U-tube water manometer ยังต้องนำไปปรับแต่งค่ากับเครื่อง Manometer แบบใช้ไฟฟ้า (79)

ส่วน Hunter oral manometer นั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดแรงดันลมในช่องปากทั้งขณะพูดและขณะที่ไม่ออกเสียงพูด เช่นการดูดและการเป่า การทดสอบขณะที่ไม่ออกเสียงพูดนั้น ให้ผู้ถูกทดสอบเป่าโดยเปิดและปิดจมูกอย่างละ 3 ครั้ง แล้วนำค่าเฉลี่ยมาหาสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า โดยการใช้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกหารด้วยค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก (5, 8, 9, 19, 74, 80, 81, 82, 83, 84)

ถ้าสัดส่วนที่ได้น้อยกว่า 1 แสดงถึงการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมไม่ให้ขึ้นสู่โพรงจมูกขณะเป่าบัพพอง (19, 70) แต่จากการศึกษาของ Spriestersbach, Moll และ Morris (85) , Van Demark (86, 87) พบว่า สัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าที่น้อยกว่า 0.89 จะแสดงถึงความบกพร่องในการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูกขณะเป่า และ ทำให้มีการพูดผิดปกติ ในขณะที่ผู้ป่วยเพดานโหว่ที่มีสัดส่วนมากกว่า 0.90 มีการพูดปกติ แม้ว่าการนำค่าสัดส่วนนี้ไปทำนายประสิทธิภาพการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอ ยังเป็นที่สงสัยกันอยู่ ดังเช่นการศึกษาของ Spriestersbach และ Power (12) ได้รายงานค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) ของคะแนนจากการทดสอบความสามารถในการแปรเสียง (Articulation test) กับค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ +0.50 แต่ผู้วิจัยอีกจำนวนหนึ่งพบว่า ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าสามารถใช้ทำนายการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมได้ เช่น Lubker และ Schweiger (88) ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากการวัดด้วย Oral manometer กับคะแนนวัดความสามารถในการแปรเสียงจาก Iowa pressure articulation test เท่ากับ +0.72 และความสัมพันธ์ของสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่ากับการตัดสินของกรรมการ โดยการฟังเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอ ในการปิดกั้นลมไม่ให้ขึ้นสู่โพรงจมูกในขณะพูด จากผู้ป่วยเพดานโหว่หลังจากใส่เพดานปลอม (Prosthesis) เท่ากับ +0.60 นอกจากนี้ Barn และ Morris (82) พบว่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่ามีความสัมพันธ์อย่างสูงกับคะแนนความสามารถในการแปรเสียงเช่นกัน

การวัดแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า

การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากคนปกติได้มีการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นการศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก (80, 84, 89) ประเภทหลังเป็นการศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกเท่านั้น (90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101)

1. การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก

Goddard (89) ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกจากเด็กปกติชาวอเมริกันผิวขาว 200 คน เป็นเด็กชาย 100 คน และเด็กหญิง 100 คน แบ่งเป็น 2 ระดับอายุ คือระดับอายุ 5 ปี 4 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน และระดับอายุ 9 ปี 4 เดือน ถึง 9 ปี 8 เดือน ใช้ Hunter oral manometer ที่ได้รับการปรับแต่งค่าโดยมีท่อเป่าเป็นท่อแก้วยาว 3.5 นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง $5/8$ นิ้ว มีหน่วยในการวัดเป็นออนซ์ต่อตารางนิ้ว ทำการทดสอบซ้ำเปิดและปิดจมูกอย่างละ 3 ครั้ง บันทึกค่าสูงสุดของการทดสอบแต่ละครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 (หน้า 16-18)

นอกจากนี้ Quigley (84) ยังได้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกจากเด็กปกติชาวอเมริกัน 14 คน ซึ่งไม่ได้รายงานอายุและเพศแต่รายงานว่าเป็นพี่น้อง (Sibling) กับผู้ป่วยเพดานโหว่ที่มีอายุ 9 ปี ถึง 15 ปี วัดค่าแรงดันลมด้วย Manometer 3 แบบ คือ Hunter manometer, Chase manometer และ Vital capacity manometer โดยมีหน่วยในการวัดเป็นออนซ์ต่อตารางนิ้ว, มิลลิเมตรปรอท และปริมาตรเป็นลิตร (Volume in liters) ตามลำดับ ทั้งนี้ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดของท่อเป่า ขนาดของช่องระบายลม (Bleed valve) และการปรับแต่งค่าของเครื่องไว้แต่อย่างใด ทำการวัดค่าแรงดันลมเป่าขณะเปิดและปิดจมูกด้วยคลิปวัดจมูก (Noseclip) อย่างละ 5 ครั้ง บันทึกค่าที่มากที่สุดในการทดสอบแต่ละครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1

ในทำนองเดียวกันนี้ ยังมีผู้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกอีกคือ Noll, Hawkins และ Weinberg (80) ศึกษาเฉพาะเด็กชายชาวอเมริกันอายุ 6 ปี ถึง 7 ปี จำนวน 40 คนใช้ Hunter oral manometer ซึ่งมีช่องระบายลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 มิลลิเมตร ส่วนท่อเป่านั้นไม่ได้บอกขนาดแต่ได้เลือกใช้ให้เหมาะกับเด็กแต่ละคน ทั้งนี้เครื่องได้ปรับแต่งค่ากับ U-tube water manometer ให้เด็กทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือและวิธีการทดสอบเสียก่อน ต่อมาทำการทดสอบจริงโดยให้เด็กเป่าขณะเปิดและปิดจมูกด้วยการใช้มือผู้ทดสอบบีบ และเด็กต้องสามารถคงแรงดันนั้นไว้ได้

อย่างน้อย 2 วินาที โดยที่ค่าแรงดันลมต้องไม่เปลี่ยนแปลงไปมากกว่า ± 1 ออนซ์ต่อตารางนิ้ว บันทึกค่าแรงดันลมสูงสุดจากการทดสอบแต่ละครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ทำการทดสอบเช่นนี้ซ้ำ 2-3 ครั้ง ผลการศึกษารายงานในรูปของกราฟแสดงนิสัย (ค่าสูง-ค่าต่ำสุด) ทั้งนี้ ค่าแรงดันลมขณะเป่าของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันโดยให้นิสัยในช่วงที่กว้างมาก และรายงานเฉพาะค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมเท่านั้น

2. การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก

Cook และ Mead (90) ได้วัดค่าแรงดันลมที่มากที่สุดในช่วงปากของคนปกติอายุ 6 ปี ถึง 47 ปี โดยทำการวัดในขณะที่ปอดมีปริมาตรต่างๆ (Lung volume) ทั้งนี้ใช้ถึงบรรจุกาศปริมาตรตั้งแต่ 1.5-120 ลิตรต่อ กับ U-tube manometer ให้ผู้ถูกทดสอบเป่า ผลการศึกษพบว่าเด็กอายุ 6 ถึง 9 ปี ได้ค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยรวมของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 (หน้า 19-21)

นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 1964 Cook, Mead และ Orzalesi ได้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากเด็กและผู้ใหญ่ชาวอเมริกันอายุ 6 ปี ถึง 64 ปี จำนวน 65 คน ด้วยการใช้เทคนิคการวัดแรงดันลม 2 แบบ คือ Obstruction technique และ Compression technique พร้อมทั้งใช้ท่อเป่าชนิดพิเศษซึ่งเป็นท่อยางแข็งหนา 0.8 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 4 เซนติเมตร Obstruction technique เป็นเทคนิคที่ใช้ท่อเป่าชนิด obstruction ซึ่งมีช่องระบายลมขนาด 1.25 มิลลิเมตร ท่อเป่าต่อเข้ากับ Anaeroid manometer ทั้งนี้ทำการวัดปริมาตรปอดด้วย Body plethysmograph และ Spirometer ส่วน Compression technique นั้นใช้ท่อเป่าต่อเข้ากับถังอากาศด้วย Sadd valve ถังอากาศนี้บรรจุกาศปริมาตรตั้งแต่ 1.5-200 ลิตร เพื่อให้ผู้ถูกทดสอบใช้ความพยายามในการเป่าให้มากที่สุดให้พอดีกับปริมาตรปอดโดยให้ผู้ถูกทดสอบเป่าหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ค่าที่บันทึกเป็นค่าสูงสุดที่สามารถคงไว้ได้นาน 1-2 วินาที ทำการทดสอบซ้ำมากกว่า 2 ครั้ง แล้วนำค่าจากการทดสอบซ้ำมาหาค่าเฉลี่ย ส่วนเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาตรปอด คือ Closed - circuit helium dilution ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ในปี ค.ศ. 1969 Black และ Hyatt ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากคนอเมริกัน 120 คน อายุ 20 ปี ถึง 74 ปี ทั้งหญิงและชายด้วยเครื่องมือที่มีลักษณะเป็น Diaphragm gauge 2 อัน ซึ่งผลิตโดย (Marshalltown Manufacturing Inc. , Marshalltown , Iowa) gauge ทั้ง 2 อันนี้ เชื่อมต่อกับท่อโลหะทรงกระบอกยาว 15.2 เซนติเมตร ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3 เซนติเมตร ท่อทรงกระบอกนี้มีช่องระบายลมยาว 15 มิลลิเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2 มิลลิเมตร ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของท่อทรงกระบอกนั้นยังสวมต่อเข้ากับท่อเป่าซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในขนาด 3.2 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 4.4 เซนติเมตร diaphragm gauge นี้ได้รับการปรับแต่งค่ามาแล้ว ดำเนินการทดสอบ ดังนี้ ผู้ถูกทดสอบนั่งและถือท่อทรงกระบอกในขณะเป่าด้วยตนเองและกดริมฝีปากให้อัดแน่นกับท่อเป่า โดยเป่าหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ผู้ถูกทดสอบต้องสามารถคงแรงดันมากที่สุดเอาไว้อย่างน้อยนาน 1 วินาที ทำการทดสอบซ้ำจนกระทั่งผ่านเงื่อนไข ค่าที่บันทึกเป็นค่าสูงสุดของการเป่าแต่ละครั้งแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2

นอกจากนี้ยังมีผู้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกอีก คือ Inkley, Oldenberg และ Vignos (93) ศึกษาจากนักเรียนอเมริกันจำนวน 66 คน ใช้ Mercury manometer ซึ่งใช้ท่อเป่าและช่องระบายลมเช่นเดียวกับ Black และ Hyatt (92) ทั้งนี้ไม่ได้กล่าวถึงการปรับแต่งค่าและไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดในการวัดแต่อย่างใด นอกจากนี้ยังมิได้รายงานค่าแรงดันลมที่วัดได้ แต่ค่าแรงดันลมที่รายงานในตารางที่ 1 นั้นได้มาจากการอ้างอิงของ Wilson และคณะ (98)

Jones และคณะ (94) ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากคนอังกฤษ โดยศึกษาเฉพาะเพศหญิงแบ่งเป็นเด็กหญิง 27 คน อายุ 13 ปี ถึง 17 ปี เฉลี่ย 14.8 ปี และผู้หญิง 24 คน อายุ 18 ปี ถึง 23 ปี เฉลี่ย 20.3 ปี ใช้เทคนิคของ Cook, Mead และ Orzalesi (91) โดยให้ท่อเป่าซึ่งเป็นท่อยางแข็งซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตรและช่องระบายลมขนาด 1.25 มิลลิเมตร ปิดจมูกขณะเป่าด้วยคลิป์และใช้มือกดรอบๆปากเพื่อช่วยให้ปากประกบแน่นกับท่อเป่า ท่อเป่านั้นต่อเข้ากับเครื่องวัดแรงดันลม

(Bell and Howell transducer) ซึ่งได้ปรับแต่งค่ากับ Mercury manometer ให้ผู้ถูกทดสอบเป่าหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ค่าแรงดันลมที่บันทึกเป็นค่าที่มากที่สุดที่ผู้ถูกทดสอบสามารถคงไว้ได้นาน 3 วินาที ทำการทดสอบซ้ำจนผ่านเงื่อนไข ทั้งนี้ไม่ได้กล่าวถึงจำนวนครั้งของการทดสอบซ้ำ ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ในทำนองเดียวกัน Braun, Arora และ Rochester (95) ได้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากคนอเมริกัน 256 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มอายุ 14 ปี ถึง 49 ปี เป็นชาย 80 คน และหญิง 121 คน และกลุ่มอายุ 50 ปี ถึง 70 ปี เป็นชาย 27 คน และหญิง 28 คน ใช้เทคนิคของ Black และ Hyatt (92) วัดค่าแรงดันลมขณะเป่าหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 2

ในปี ค.ศ. 1983 Gaultier และ Zinman ได้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากเด็กนักเรียนแคนาดาผิวขาว 119 คน อายุ 7 ปี ถึง 13 ปี เป็นเด็กชาย 60 คน และเด็กหญิง 59 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับอายุและเพศดังนี้ กลุ่มที่ 1 เป็นเด็กชาย 11 คน อายุ 7.4 ปี ถึง 8.6 ปี เฉลี่ย 8 ปี และเด็กหญิง 15 คน อายุ 7.1 ปี ถึง 8.9 ปี เฉลี่ย 8 ปี กลุ่มที่ 2 เป็นเด็กชาย 26 คน อายุ 9 ปี ถึง 10.8 ปี เฉลี่ย 10 ปี และเด็กหญิง 17 คน อายุ 9 ปี ถึง 10.8 ปี เฉลี่ย 10 ปี กลุ่มที่ 3 เป็นเด็กชาย 23 คน อายุ 11 ปี ถึง 13 ปี เฉลี่ย 11.8 ปี และเด็กหญิง 27 คน อายุ 11.7 ปี ถึง 13.3 ปี เฉลี่ย 11.9 ปี ทำการวัดแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกด้วยคลิป ใช้เครื่อง Pressure transducer ของ Sanborn 167 BC ซึ่งไม่ได้กล่าวถึงการปรับแต่งค่าแต่อย่างใด และใช้ท่อเป่าที่มีช่องระบายลมแบบ 18-gauge ยาว 1.5 นิ้ว โดยใช้แผ่นยางอัดรอบๆ รอยต่อระหว่างปากกับท่อเป่า ทำให้หน้าของเด็กอยู่นิ่งในขณะที่ทดสอบ วัดแรงดันลมที่ได้จากการเป่าสูงที่สุดหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ซึ่งเป็นการวัด ณ จุดความจุปอดรวม โดยใช้วิธีของ Cook, Mead และ Orzalesi (91) ทำการทดสอบซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง โดยไม่ได้รายงานถึงจำนวนครั้งที่แน่นอน บันทึกค่าในรูปของค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1

นอกจากนี้ Leech และคณะ (99) ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปาก เป่าขณะปิดจมูกจากชาวแคนาดาผิวขาว 931 คน แบ่งเป็นชายอายุ 17 ปี ถึง 35 ปี จำนวน 375 คน และ หญิงอายุ 15 ปี ถึง 35 ปี 556 คน ใช้ท่อเป่ามาตรฐานซึ่งสอด 20-gauge needle เข้ากับท่อเป่า ค่าแรงดันลมจะแสดงค่าที่ส่วนปลายของท่อเป่าซึ่งต่อกับ Validyne transducer มีหน่วยการวัดเป็นมิลลิเมตรปรอท วัดค่าแรงดันลมโดยให้ผู้ถูกทดสอบเป่าหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง นอกจากนี้ยังให้ผู้ถูกทดสอบสังเกตค่าแรงดันลมจาก Oscilloscope เพื่อกระตุ้นให้ผู้ถูกทดสอบใช้ความพยายามในการเป่าที่มากที่สุด ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 และ 2

Wilson และคณะ (98) ศึกษาแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากคนอังกฤษผิวขาวทั้งเด็กและผู้ใหญ่จำนวน 370 คน ทั้งหญิงและชายอายุ 10 ปี ถึง 70 ปี เครื่องมือที่ใช้วัด คือ Two bronz bourdon type gauges โดยมีเข็มหน้าปัทม์ 2 อัน ซึ่งต่อเข้ากับท่อทองเหลืองที่มีรูปร่างลักษณะเป็นอักษร E ขาของท่อ E อันกลางต่อเข้ากับท่อทองแดงซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ท่อทองแดงนี้ยังสวมเข้ากับท่อเป่าพลาสติกที่มีลักษณะเป็นปีกแผ่ออกมา 2 ข้าง นอกจากนี้มีช่องระบายลมขนาด 15 เซนติเมตร ต่อด้านนอกของท่อเป่าอีกด้วย ส่วนทางด้านนอกตัว E อีก 2 ข้างต่อเข้ากับท่อทองเหลือง ซึ่งต่อเข้ากับหน้าปัทม์วัดแรงดันลมแต่ละอันมีผลทำให้หน้าปัทม์แต่ละอันทำงานเป็นอิสระต่อกัน ส่วนเข็มวัดได้รับการปรับแต่งค่ามาแล้ว การวัดแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกนั้น เป็นการวัดการเป่ามากที่สุดหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด หรือเป็นการวัด ณ จุดความจุปอดรวมนั่นเอง ทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง หรือจนกระทั่งค่าที่อ่านได้จากการทดสอบซ้ำใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ผู้ถูกทดสอบต้องคงแรงดันลมมากที่สุดเอาไว้ให้นานอย่างน้อย 1 วินาที ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 และ 2

Wagner, Hibbert และ Landau (99) ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากเด็กออสเตรเลีย 40 คน อายุ 8 ปี 5 เดือน ถึง 17 ปี 4 เดือน ทำการทดสอบซ้ำ 7 ครั้ง ภายในช่วงเวลา 1 เดือน โดยการใช้ Obstruction technique ทดสอบในท่านั่งใช้คลิป์ปิดจมูก วัดแรงดันลมที่สูงที่สุดหลังจากหายใจเข้ามากที่สุดตามวิธีของ Black และ Hyatt (92) และยังให้เด็กใช้นิ้วของตนเองกดริมฝีปากในขณะเป่าอีกด้วย ทั้งนี้เพื่อ

ป้องกันลมรั่วออกจากรอยต่อระหว่างปากกับท่อเป่า ท่อเป่านี้ต่อเข้ากับถังซึ่งสูง 25 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10.5 เซนติเมตร ถังดังกล่าวนี้ยังต่อเข้ากับ Validyne DP-15 pressure transducer (Validyne.Co., Northridge, CA) ซึ่งได้สอดช่องระบายลมชนิดที่มีความต้านทานต่อลมสูง (high resistance leak) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สอดเข้าด้านหลังของถัง ให้เด็กเป่าให้มากที่สุดหลังจากหายใจเข้ามากที่สุดเช่นกัน หรือเป็นการเป่าจากจุดที่มีปริมาตรปอดเท่ากับ ความจุปอดรวมนั่นเอง การเป่าแต่ละครั้งเด็กต้องคงแรงดันไว้มากที่สุดนานอย่างน้อย 1 วินาที ทดสอบซ้ำ 20 ครั้ง ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1

ในปี ค.ศ 1984 Smyth, Chapman และ Rebusck ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกจากชาวแคนาดาผิวขาว ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆแรกเป็นเด็กชายวัยรุ่น 30 คน อายุเฉลี่ย 15 ± 1 ปี และเด็กหญิงวัยรุ่น 37 คน อายุเฉลี่ย 15 ± 2 ปี กลุ่มที่ 2 เป็นชายวัยรุ่นผู้ใหญ่ 6 คน และหญิง 15 คน โดยไม่ได้รายงานอายุแต่รายงานว่าเป็นเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล การทดสอบใช้ U-tube mercury manometer ซึ่งใช้ท่อเป่าแบบ rubber scuba-type mouthpiece ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 3.1 เซนติเมตร ก่อนทดสอบให้ทำความคุ้นเคยกับเครื่องมือ หลังจากนั้นให้เป่าให้มากที่สุดโดยเป่าจากจุดที่มีปริมาตรปอดอยู่ ณ จุดความจุปอดรวม ทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง โดยต้องคงแรงดันในขณะเป่าที่มากที่สุดให้นาน 2-3 วินาที ถ้ามีลมรั่วออกจากรอยต่อระหว่างปากกับท่อเป่าจะต้องทดสอบซ้ำจนกระทั่งผ่านเงื่อนไข ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 1

Szeinberg และคณะ (101) วัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก จากเด็กและผู้ใหญ่ชาวแคนาดา อายุ 8 ปี ถึง 40 ปี จำนวน 273 คน ใช้ Anaeroid pressure manometer ซึ่งได้รับการปรับแต่งค่าแล้ว ซึ่งเป็นวิธีการเช่นเดียวกับ Black และ Hyatt (92) รายละเอียดของเครื่องมือมีดังนี้ เครื่อง manometer ต่อเข้ากับท่อโลหะด้วยลิ้น 3 ทางยาว 17 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของท่อโลหะนั้นได้สวมเข้ากับท่อเป่าทรงกระบอกชนิดแข็ง (rigid cylindrical mouthpiece) ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในและภายนอกขนาด 3 และ 3.4 เซนติเมตรตามลำดับ ทั้งนี้บริเวณฐานของท่อโลหะมีช่องระบายลมขนาดเส้นผ่า

ศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตรอีกด้วย การวัดแรงดันลมนี้ให้ผู้ถูกทดสอบนั่งและใช้คลีบบีบจนปากแล้วครีมีฝีปากให้อัดแน่นกับท่อเป่าทั้งนี้เป่าจากจุดความจุปอดรวม แรงดันลมที่วัดได้เป็นค่าที่สูงที่สุดที่ต้องคงไว้นาน 1 วินาที อย่างน้อย 2 ครั้ง จากการทดสอบซ้ำ 5-10 ครั้ง ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจุมุกของเด็กปกติ
จำแนกตาม ผู้วิจัย อายุและเพศ

ผู้ศึกษา	อายุ	เฉลี่ย	จำนวน	เพศ	แรงดันลม		หน่วยวัด
	(ปี)	(ปี)	(คน)		(Mean <u>±</u> SD)		
					เปิดจุมุก	ปิดจุมุก	
Goddard (89)							
	5.3-5.7	-	50	ชาย	11.60	11.60	ออนซ์ต่อตารางนิ้ว
	5.3-5.7	-	50	หญิง	10.40	10.36	ออนซ์ต่อตารางนิ้ว
	9.3-9.7	-	50	ชาย	16.10	15.58	ออนซ์ต่อตารางนิ้ว
	9.3-9.7	-	50	หญิง	13.86	13.32	ออนซ์ต่อตารางนิ้ว
Cook และ Mead (90)							
	6.0-9.5	-	-	-	-	≈237	เซนติเมตรน้ำ

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	อายุ (ปี)	เฉลี่ย (ปี)	จำนวน (คน)	เพศ	แรงดันลม (Mean + SD) เปิดจุมก ปิดจุมก		หน่วยวัด
Cook, Mead และ Orzalesi (91)							
	6.7-9.8	8.7	4	ชาย	-	171+11	เซนติเมตรน้ำ
	12.5-15.9	13.5	10	ชาย	-	198+36	เซนติเมตรน้ำ
	10.7-14.8	12.9	10	หญิง	-	145+28	เซนติเมตรน้ำ
Quigley (84)							
	-	-	14	-	17.3+4.4	17.7+4.2	ออกซ์ต้อ ตารางนิ้ว(ก)
	-	-	14	-	55.3+8.9	57.6+8.9	มิลลิเมตร ปรอท (ข)
Inkley, Oldenberg และ Vignos (93)							
	6.0-14.0	-	66	ชาย	-	70-201	เซนติเมตรน้ำ
Jones และ คณะ (94)							
	13.0-17.0	14.8	27	หญิง	-	97.8+21	เซนติเมตรน้ำ
Gaultier และ Zinman (96)							
	7.4-8.6	8	11	ชาย	-	99+23	เซนติเมตรน้ำ
	7.1-8.9	8	15	หญิง	-	74+25	เซนติเมตรน้ำ
	9.0-10.8	10	26	ชาย	-	123+27	เซนติเมตรน้ำ
	9.0-10.8	10	17	หญิง	-	108+39	เซนติเมตรน้ำ
	11.0-13.0	11.8	23	ชาย	-	161+37	เซนติเมตรน้ำ
	11.7-13.3	11.9	27	หญิง	-	126+32	เซนติเมตรน้ำ

หมายเหตุ : (ก) หมายถึง วัดด้วย Hunter oral manometer

(ข) หมายถึง วัดด้วย Chase oral manometer

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	อายุ	เฉลี่ย	จำนวน	เพศ	แรงดันลม		หน่วยวัด
	(ปี)	(ปี)	(คน)		(Mean + SD)		
	เปิดจุก		ปิดจุก				
Leech	และคณะ (97)						
	13.0-17.0	-	46	ชาย	-	131 + 30	เซนติเมตรน้ำ
	13.0-17.0	-	68	หญิง	-	95 + 29	เซนติเมตรน้ำ
Wilson	และคณะ (98)						
	7.0-17.0	11.1	137	ชาย	-	95.7+ 23	เซนติเมตรน้ำ
	7.0-17.0	11.6	98	หญิง	-	80.3+ 21	เซนติเมตรน้ำ
Wagner, Hibbert และ Landau	(99)						
	8.5-17.4	-	13	ชาย	-	14.0+ 3.6	กิโลปาสกาล
	8.5-17.4	-	17	หญิง	-	14.0+ 3.6	กิโลปาสกาล
Smyth, Chapman และ Rebuck	(100)						
	13.0-18.0	-	29	ชาย	-	114 + 35	เซนติเมตรน้ำ
	13.0-18.0	-	37	หญิง	-	86 + 22	เซนติเมตรน้ำ
Szeinberg	และคณะ (101)						
	8.0-10.9	-	16	ชาย	-	142 + 25	เซนติเมตรน้ำ
	11.0-13.9	-	47	ชาย	-	176 + 24	เซนติเมตรน้ำ
	8.0-10.9	-	16	หญิง	-	129 + 29	เซนติเมตรน้ำ
	11.0-13.9	-	55	หญิง	-	138 + 31	เซนติเมตรน้ำ

ตารางที่ 2 ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุกและปิดจุกของคนปกติใน
วัยผู้ใหญ่ จำแนกตาม ผู้วิจัย อายุ และเพศ

ผู้ศึกษา	อายุ (ปี)	เฉลี่ย (ปี)	จำนวน (คน)	เพศ	แรงดันลม (Mean $\pm$ SD) เปิดจุก ปิดจุก	หน่วยวัด
Cook และ Mead (90)						
	6.0-47.0	-	-	-	-	237 เซนติเมตรน้ำ
Cook, Mead และ Orzalesi (91)						
	18.0-47.0	29	17	ชาย	- 237 $\pm$ 45	เซนติเมตรน้ำ
	49.0-64.0	58.6	6	ชาย	- 153 $\pm$ 63	เซนติเมตรน้ำ
	17.5-32.0	23.3	9	หญิง	- 146 $\pm$ 34	เซนติเมตรน้ำ
Black และ Hyatt (92)						
	20.0-54.0	-	375	ชาย	- 233 $\pm$ 84	เซนติเมตรน้ำ
	55.0-59.0	-		ชาย	- 218 $\pm$ 74	เซนติเมตรน้ำ
	60.0-64.0	-		ชาย	- 209 $\pm$ 74	เซนติเมตรน้ำ
	65.0-69.0	-		ชาย	- 197 $\pm$ 74	เซนติเมตรน้ำ
	70.0-74.0	-		ชาย	- 185 $\pm$ 74	เซนติเมตรน้ำ
	20.0-54.0	-	556	หญิง	- 152 $\pm$ 54	เซนติเมตรน้ำ
	55.0-59.0	-		หญิง	- 145 $\pm$ 40	เซนติเมตรน้ำ
	60.0-64.0	-		หญิง	- 140 $\pm$ 40	เซนติเมตรน้ำ
	65.0-69.0	-		หญิง	- 135 $\pm$ 40	เซนติเมตรน้ำ
	70.0-74.0	-		หญิง	- 128 $\pm$ 40	เซนติเมตรน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	อายุ (ปี)	เฉลี่ย (ปี)	จำนวน (คน)	เพศ	แรงดันลม Mean $\pm$ SD) เปิดจมูก ปิดจมูก	หน่วยวัด
Jones และ คณะ (94)						
	18.0-23.0	20.3	24	หญิง	- 100.6 $\pm$ 38	เซนติเมตรน้ำ
Braun, Arora และ Rochester (95)						
	14.0-49.0	-	80	ชาย	- 216 $\pm$ 45	เซนติเมตรน้ำ
	14.0-49.0	-	121	หญิง	- 138 $\pm$ 39	เซนติเมตรน้ำ
	50.0-70.0	-	27	ชาย	- 196 $\pm$ 45	เซนติเมตรน้ำ
	50.0-70.0	-	28	หญิง	- 124 $\pm$ 37	เซนติเมตรน้ำ
Leech และ คณะ (97)						
	<17	-	46	ชาย	- 131 $\pm$ 30	เซนติเมตรน้ำ
	17.0-20.0	-	77	ชาย	- 133 $\pm$ 41	เซนติเมตรน้ำ
	21.0-25.0	-	54	ชาย	- 163 $\pm$ 37	เซนติเมตรน้ำ
	26.0-30.0	-	90	ชาย	- 157 $\pm$ 41	เซนติเมตรน้ำ
	31.0-35.0	-	108	ชาย	- 161 $\pm$ 42	เซนติเมตรน้ำ
	<15	-	68	หญิง	- 95 $\pm$ 29	เซนติเมตรน้ำ
	15.0-20.0	-	145	หญิง	- 95 $\pm$ 33	เซนติเมตรน้ำ
	21.0-25.0	-	138	หญิง	- 95 $\pm$ 32	เซนติเมตรน้ำ
	26.0-30.0	-	130	หญิง	- 93 $\pm$ 35	เซนติเมตรน้ำ
	31.0-35.0	-	75	หญิง	- 92 $\pm$ 31	เซนติเมตรน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผู้ศึกษา	อายุ (ปี)	เฉลี่ย (ปี)	จำนวน (คน)	เพศ	แรงดันลม (Mean $\pm$ SD) เปิดจุก ปิดจุก	หน่วยวัด
Wilson และคณะ (98)						
	19.0-65.0	34.7	48	ชาย	- 148 $\pm$ 34	เซนติเมตรน้ำ
	18.0-65.0	36.8	87	หญิง	- 93 $\pm$ 17	เซนติเมตรน้ำ
Szeinberg และคณะ (101)						
	14.0-16.9	-	29	ชาย	- 166 $\pm$ 44	เซนติเมตรน้ำ
	17.0-20.9	-	22	ชาย	- 204 $\pm$ 37	เซนติเมตรน้ำ
	21.0-40.0	-	14	ชาย	- 242 $\pm$ 41	เซนติเมตรน้ำ
	14.0-16.9	-	38	หญิง	- 135 $\pm$ 29	เซนติเมตรน้ำ
	17.0-20.9	-	20	หญิง	- 138 $\pm$ 33	เซนติเมตรน้ำ
	21.0-40.0	-	16	หญิง	- 143 $\pm$ 36	เซนติเมตรน้ำ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติอายุ ระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ศึกษาโดยใช้ Oral manometer มีวิธีดำเนินการศึกษาดังรายละเอียดต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ เป็นกลุ่มเด็กปกติมีทั้ง เพศหญิง และชายจำนวน 200 คน ซึ่งมีอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน เป็นนักเรียนของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จากการสุ่มตัวอย่าง โดยวิธีจัดแบ่งกลุ่ม (Cluster sampling) โดยสุ่มโรงเรียนจำนวน 8 โรงเรียนจากทั้งหมด 37 โรงเรียนได้รายชื่อโรงเรียนดังนี้

วัดโสมนัส

วัดอมรินทราราม

วัดนันทนาราม

วัดชนะสงคราม

อนุบาลสามเสน

วัดโบสถ์

อนุบาลวัดปิ่นนาถ

โสมนัส

จากนั้นสุ่มห้องเรียนจากชั้นเรียน ของแต่ละโรงเรียน ได้ผลแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ห้องเรียนของเด็กที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน

ชื่อโรงเรียน	ชั้นเรียน/เลขที่ห้องเรียน				
	อนุบาล	ประถม ศึกษา ปีที่1	ประถม ศึกษา ปีที่2	ประถม ศึกษา ปีที่3	ประถม ศึกษา ปีที่4
วัดโสมนัส	1/1	1/1	2/1	3/1	4/2
วัดอมรินทร์วราวม		1/2	2/3	3/1	4/2
วัดนันทนาราม		1/1	2/2	3/3	4/4
วัดชนะสงคราม	1/1	1/2	2/2	3/1	4/1
อนุบาลสามเสน	1/1	1/1	2/2	3/3	4/4
วัดโบสถ์		1/1	2/2	3/3	4/4
อนุบาลวัดปิ่นนาถก	1/2	1/2	2/1	3/3	4/1
โพลีเทคนิค		1/1	2/1	3/1	4/1

จากนั้นนำรายชื่อเด็กแต่ละโรงเรียนที่อยู่ระหว่างชั้น อนุบาล 2 ถึงประถมศึกษาปีที่ 4 แบ่งตามระดับอายุโดยนับอายุเด็กถึงวันที่ทำการทดสอบ แล้วแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับอายุ คือ

- กลุ่มที่ 1 ชั้นอนุบาล2 หรือชั้นเด็กเล็ก ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน
- กลุ่มที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน
- กลุ่มที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน
- กลุ่มที่ 4 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน
- กลุ่มที่ 5 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน

แต่ละกลุ่มสุ่มเด็กโรงเรียนละ 5 คน ยกเว้นกลุ่มที่ 1 ที่สุ่มโรงเรียนละ 10 คน เพราะว่ามีเพียง 4 โรงเรียนที่มีชั้นอนุบาล 2 รวมกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยทั้งสิ้น 200 คนเป็นชาย 89 คน หญิง 111 คน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนเด็กที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามโรงเรียน

อายุ (ปี/เดือน)											
โรงเรียน	5/0-5/11 (กลุ่มที่1)		6/0-6/11 (กลุ่มที่2)		7/0-7/11 (กลุ่มที่3)		8/0-8/11 (กลุ่มที่4)		9/0-9/11 (กลุ่มที่5)		
	อนุบาล		ประถม ศึกษาปีที่1		ประถม ศึกษาปีที่2		ประถม ศึกษาปีที่3		ประถม ศึกษาปีที่4 (คน)		รวม
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	
วัดโสมนัส	4	6	2	3	4	1	2	3	3	2	30
วัดอมรินทราราม	0	0	3	2	2	3	3	2	2	3	20
วัดนันทนาราม	0	0	3	2	2	3	1	4	5	0	20
วัดชนะสงคราม	4	6	0	5	3	2	2	3	5	0	30
อนุบาลสามเสน	5	5	2	3	3	2	2	3	1	4	30
วัดโบสถ์	0	0	2	3	2	3	1	4	4	1	20
อนุบาลวัดปิ่นนาถ	4	6	1	4	4	1	3	2	2	3	30
วัดสืบทอดธรรม	0	0	2	3	2	3	0	5	2	3	20
รวม	17	23	15	25	22	18	14	26	24	16	200

เด็กทุกคนที่ได้รับการคัดเลือกเป็นเด็กปกติที่ไม่มีความบกพร่องทางด้านต่างๆ คือ ร่างกาย ภาษา การพูด สติปัญญา และอวัยวะภายในช่องปาก , ไม่มีปัญหาการได้ยินหรือโรคทางหู เช่น หนองหูหรือแก้วหูทะลุ สำหรับทางร่างกายและอวัยวะที่ใช้ในการพูดให้การพิจารณารูปร่างภายนอกที่สังเกตได้ ร่วมกับการใช้การตรวจอวัยวะภายในช่องปาก ส่วนด้านภาษาและการพูดให้การสนทนา เช่น หนูชื่ออะไร เรือนอยู่ชั้นไหน และการพูดตามบทความของ Sindermsuk(102) (ในภาคผนวก ข) ทางเราได้ยินให้การสนทนาโดยพิจารณาจากการเข้าใจ

คำนวณในระดับความดังปกติ ที่ใช้ในการสนทนาทั่วไปส่วนหูชั้นนอกและชั้นกลางนั้น ได้ทำการตรวจหูโดยพนักงานวิทยาศาสตร์จากคลินิกโสตสัมผัส และการพูด ภาควิชา โสต นาสิก และลาริงซ์ โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล และทางสถิติปัญหาใช้ในการลอกรูปเรขาคณิตตามเกณฑ์ของ Illingworth (103) ดังนี้

รูปเรขาคณิตที่ทำการทดสอบ	อายุที่ทำได้
ลอกรูปสามเหลี่ยม	5 ปี
ลอกรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	6 ปี

เด็กที่อายุมากกว่า 6 ปี ใช้การชักประวัติจากครูประจำชั้น และพิจารณาจากผลการเรียน โดยจะต้องไม่เคยตกซ้ำชั้น เด็กที่ไม่ผ่านเงื่อนไขดังกล่าวจะถูกคัดออกไป เด็กคนใหม่ถูกเลือก มาแทนโดยการจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นเครื่อง Oral manometer และแบบบันทึกผลการทดสอบรายละเอียดมีดังนี้

1. เครื่อง Oral manometer แบบใช้กระแสไฟฟ้าประดิษฐ์โดย วิศวกรไทย วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีส่วนประกอบดังนี้

1.1 Power เป็น สวิตช์ เปิด ปิด เครื่อง

1.2 Fuse (0.3 A) เป็นกลไกใส่ฟิวส์ชนิดคลายเกลียวเปิด ด้านหน้า และใช้ฟิวส์แบบคาร์ทริดขนาดกระแส 0.3 แอมแปร์ (ไม่ควรใช้ ฟิวส์ชนิดขนาดไปจากที่กำหนดนี้)

1.3 Tube 1.5 PSI MAX เป็นปลั๊กท่อลมแบบ Plug-in Plug-out ใช้สำหรับเป่า เส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ 1/8 นิ้วและรับแรงดันลม สูงสุดไม่เกินไปกว่าแรงดัน 1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ทั้งนี้เป็นข้อกำหนดภาวะ แรงดันสูงสุดของตัวตรวจจับแรงดัน (Pressure sensor)

1.4 Range (1/1, 1/10, 1/100) PSI เป็นย่านการวัดแรงดัน ในหน่วยปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) แบ่งออกเป็น 3 ย่าน เพื่อความละเอียด ในการวัดดังนี้

1.4.1 ย่าน 1/1 PSI เป็นย่านการวัดที่หยาบที่สุดแต่สามารถ วัดค่าแรงดันได้สูงที่สุด โดยค่าที่อ่านได้จากช่องแสดงผลจะมีหน่วยเป็นปอนด์ ต่อตารางนิ้ว และมีความละเอียดในการวัดสูงสุด 1 ใน 10 ส่วนของปอนด์ต่อ ตารางนิ้ว

1.4.2 ย่าน 1/10 PSI เป็นย่านการวัดที่มีความละเอียด ปานกลาง ค่าความดันที่อ่านได้จากช่องแสดงผลในย่านนี้จะมี ความละเอียดในการวัดเท่ากับ 1 ใน 100 ส่วนของปอนด์ต่อตารางนิ้ว

1.4.3 ย่าน 1/100 PSI เป็นย่านการวัดที่ละเอียดที่สุดและ ใช้วัดเฉพาะค่าแรงดันลมที่น้อยเท่านั้น ค่าที่อ่านได้จากช่องแสดงผลในย่านการ วัดนี้จะมี ความละเอียดสูงสุด 1 ใน 1000 ส่วน

1.5 Display เป็นช่องแสดงผลปริมาณแรงดัน เป็นตัวเลขแสดงผล แบบ LCD ขนาด 3-1/2 หลัก ขนาดตัวเลขเท่ากับ 1/2 นิ้ว สามารถ เลื่อนจุดทศนิยมได้ตามย่านการวัดที่แตกต่างออกไป

1.6 Reset เป็นปุ่มทำงานแบบ กดติด-ปล่อยดับ สำหรับ Reset ค่าตัวเลขเริ่มต้นของช่องแสดงความดันก่อนทำการวัดความดันทุกครั้ง เพื่อให้ค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่ถูกต้องเสมอ การใช้งานปุ่ม Reset ทำได้โดยกดปุ่มนี้ชั่วขณะ ค่าตัวเลขที่หน้าปัทม์ของตัวเลขก็จะลดลงพร้อมที่จะวัดค่าความดันอื่นๆต่อไป

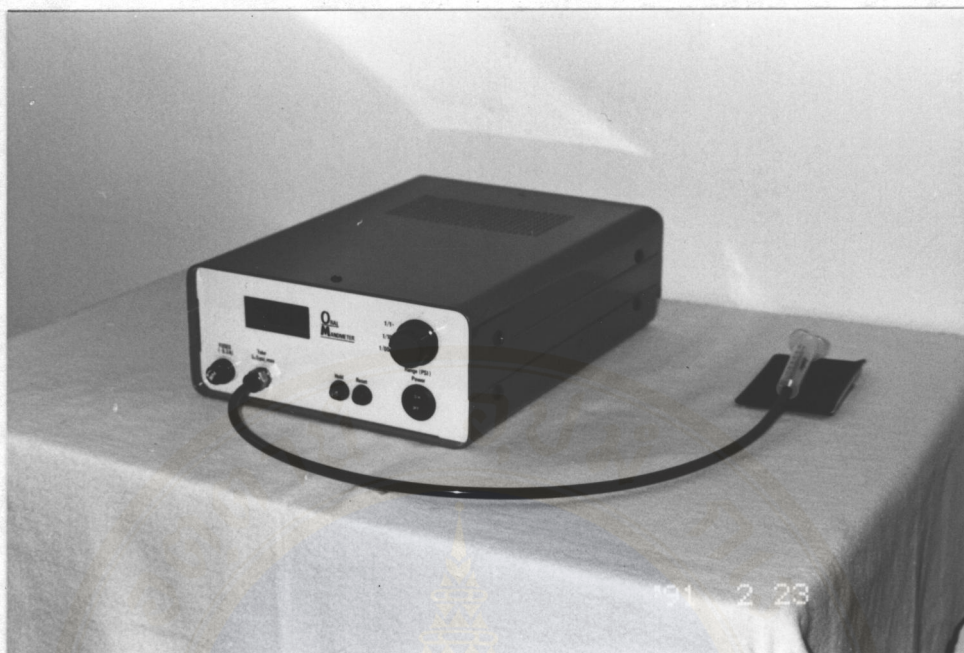
1.7 Hold เป็นปุ่มทำงานแบบกดติด-ปล่อยดับที่ใช้ทำหน้าที่ในการค้างค่าที่ทำการวัดไว้นานๆ โดยที่ตัวเลขของช่องแสดงผลจะไม่เปลี่ยนแปลงตลอดไปไม่ว่าจะมีความดันเพิ่มขึ้นที่รับรู้แรงดัน หรือจะทำการกดปุ่ม Reset ก็ตาม การใช้งานของปุ่ม Hold ทำได้โดยกดปุ่ม Hold ให้ทำงาน และเมื่อเลิกใช้ก็ให้กดปุ่ม Hold ให้หยุดทำงานและกดปุ่ม Reset ตามอีกครั้งหนึ่ง เพื่อลดค่าความดันให้ลดลง เพื่อที่จะพร้อมวัดค่าความดันอื่นๆต่อไป

1.8 Syringe เป็นท่อที่ใช้เพื่อตัดแปลงเป็นท่อเป่ามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.2 เซนติเมตร

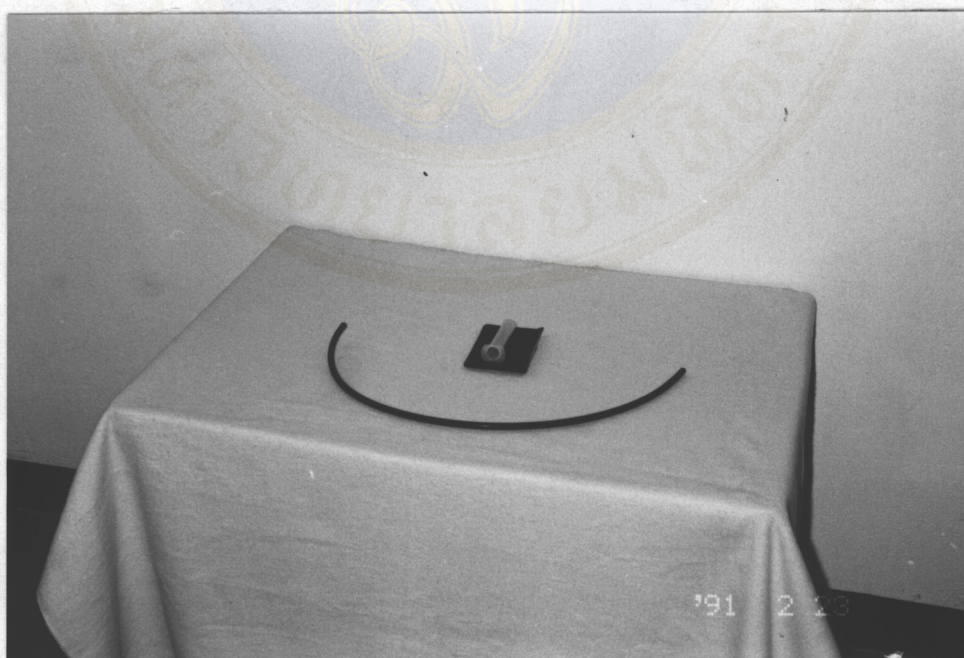
1.9 ท่อยาง ใช้เสียบต่อระหว่างตัวเครื่องกับท่อเป่า มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ยาว 50 เซนติเมตร

1.10 ช่องระบายลม มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร

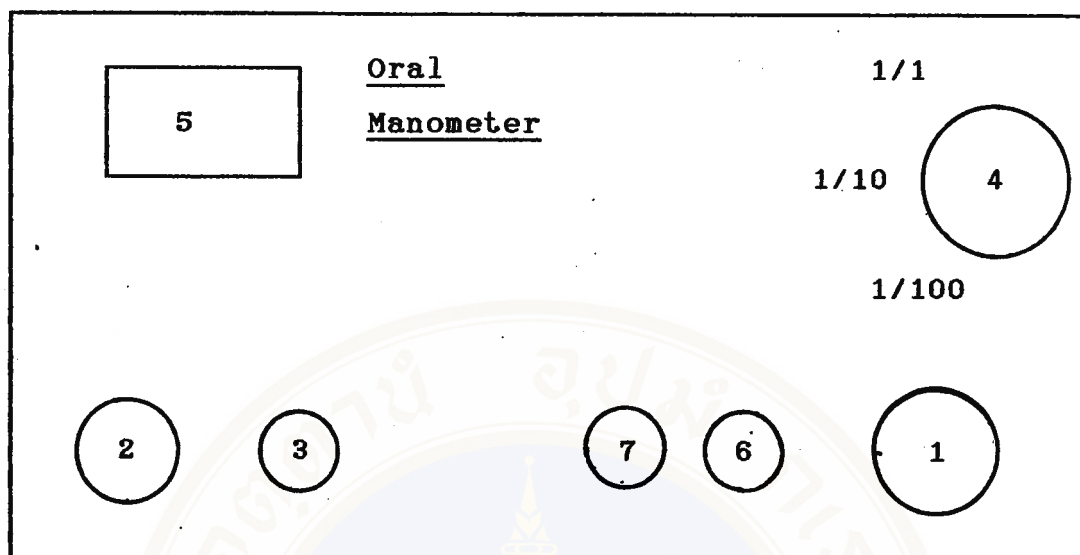
(การใช้งานและการทำงานของเครื่องดูในภาคผนวก ค)



รูปที่ 1 เครื่อง Oral manometer



รูปที่ 2 Syringe ที่ดัดแปลงนำมาใช้เป็นท่อเป่าและท่อยางที่ใช้เสียบต่อระหว่างท่อเป่ากับเครื่อง



รูปที่ 3 ไดอะแกรมของเครื่อง Oral manometer

1 = Power

2 = Fuse

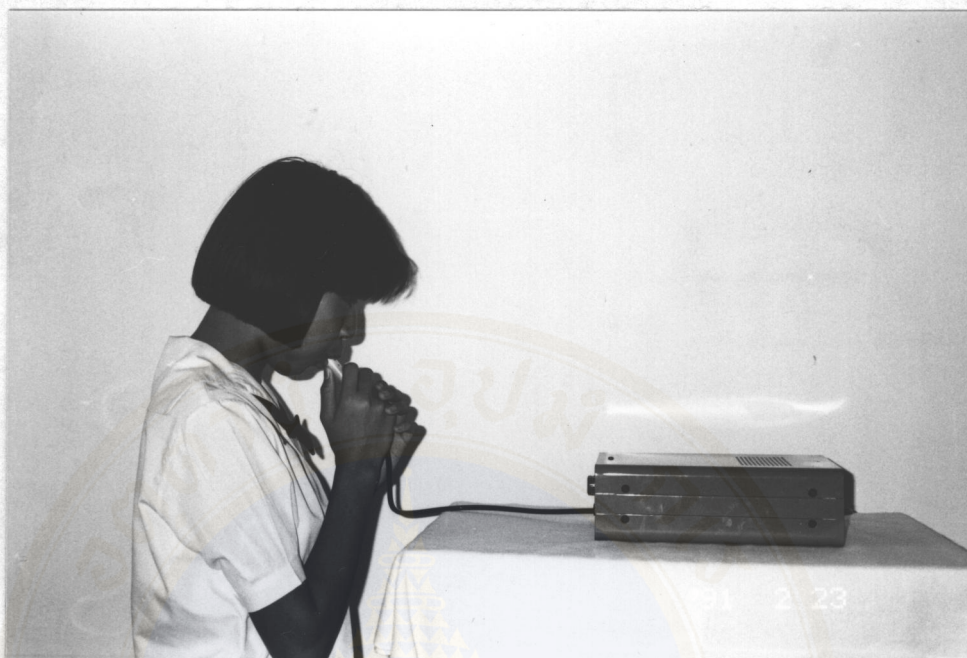
3 = Tube 1.5 PSI MAX

4 = Range

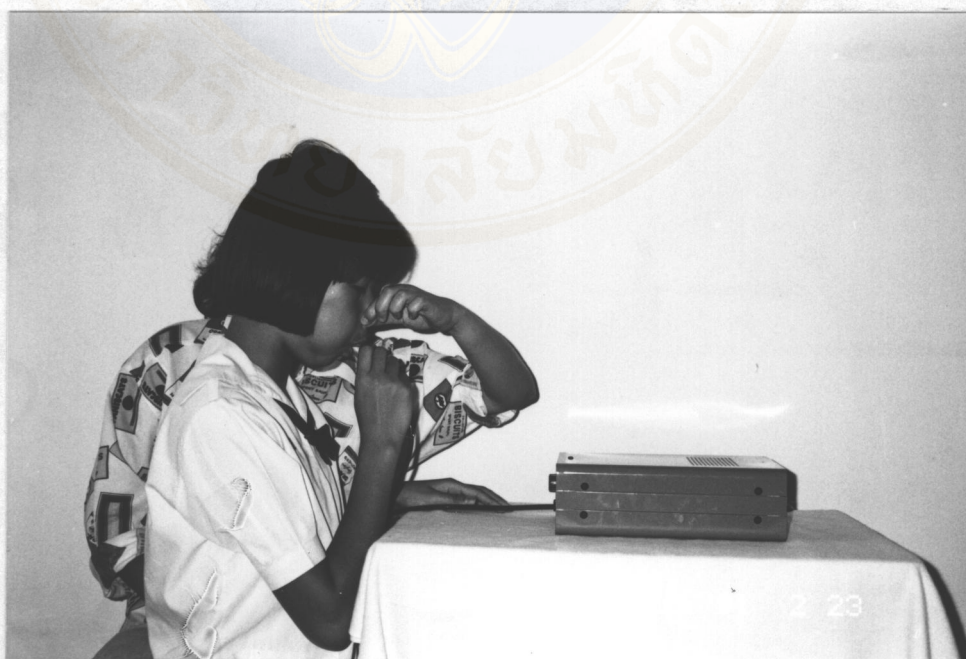
5 = Display

6 = Reset

7 = Hold



รูปที่ 4 การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมูก



รูปที่ 5 การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมูก

2. แบบบันทึกผลในการทดสอบ

แบบบันทึกผลนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนๆ แรกเป็นส่วนที่บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับตัวเด็ก เช่น ชื่อ อายุ ระดับการศึกษา สถานที่ศึกษา วันที่ทำการทดสอบ วันเดือนปีเกิด เวลาที่ใช้ในการทดสอบ และรูปแบบเรขาคณิต ที่จะให้เด็กวาดแบบตาม (Copy) เพื่อประเมินระดับสติปัญญาก่อนทำการทดสอบ ส่วนหลังเป็นแบบบันทึกค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก และค่าเฉลี่ย พร้อมทั้งค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า (ภาคผนวก ง)

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษานี้มีขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอนคือ

1. การนำเครื่อง Oral manometer ไปทดลองใช้เป็นโครงการนำร่อง (Pilot study)

การทดลองใช้เครื่อง Oral manometer วัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกอย่างละ 3 ครั้ง โดยเว้นระยะพักระหว่างการเป่าเปิดและปิดจมูกให้นานขึ้นตามลำดับ จาก 1 นาที 2 นาที และ 3 นาที ตามลำดับ การทดลองนี้เพื่อหาว่าระยะเวลาในการพักนานเท่าใด ที่จะเหมาะสมกับการนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และเพื่อคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่าง (N) ของแต่ละกลุ่มอายุ ทั้ง 5 กลุ่มอายุ การทดลองนี้ทดสอบกับเด็กปกติจากโรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ ในสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวนเด็กที่ใช้ 47 คน มีทั้งเพศชายและหญิงช่วงอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนเด็กจำแนกตามเพศ และลักษณะชั้นเรียนที่ใช้ในโครงการ
นำร่อง

อายุ (ปี/เดือน)						
เพศ	กลุ่มที่1	กลุ่มที่2	กลุ่มที่3	กลุ่มที่4	กลุ่มที่5	รวม
	อนุบาล	ประถมศึกษา	ประถมศึกษา	ประถมศึกษา	ประถมศึกษา	(คน)
	2/1	ปีที่1/1	ปีที่2/2	ปีที่3/3	ปีที่4/3	
	5/0-5/11	6/0-6/11	7/0-7/11	8/0-8/11	9/0-9/11	
ชาย	4	5	13	3	5	30
หญิง	5	1	1	7	3	17
รวม	9	6	14	10	8	47

การทดสอบกระทำดังนี้ เด็กนั่งหันหน้าเข้าหาเครื่องและได้รับคำอธิบายถึงวิธีการเป่า รวมถึงทำความเข้าใจกับเครื่องมือซึ่งตั้งด้านการวัดในย่านกลาง (1/10 PSI) หลังจากนั้นผู้วิจัยสาธิตวิธีการเป่าขณะเปิดและปิดจุก และให้เด็กทดลองเป่าขณะเปิดจุกและเป่าขณะปิดจุกโดยผู้วิจัยใช้มือบีบจุกเด็ก ในขณะที่เป่าเด็กต้องสังเกตตัวเลขแสดงค่าแรงดันลมที่เปลี่ยนแปลงไปโดยที่ตัวเลขที่น้อยแสดงถึงค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าที่มีค่าน้อย ส่วนตัวเลขที่มากจะแสดงถึงค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าที่มีค่าสูง ตัวอย่าง เช่น 0.11 มีค่าน้อยกว่า 0.93 เป็นต้น เด็กคนใดที่เป่าไม่ได้ เช่น ให้การดูดแทนหรือเป่าแล้วมีลมรั่วออกจากรอยต่อระหว่างปากกับท่อเป่า จะได้รับการฝึกอีก 1 ครั้ง ถ้ายังไม่สามารถทำได้ถูกต้องจะคัดเด็กคนนั้นออกและเลือกคนใหม่เข้ามาแทนด้วยการจับฉลาก นอกจากนี้ คำสั่งที่ใช้เป็นคำสั่งแบบเดียวกันหมด (ภาคผนวก จ) หลังจากเด็กทดลองเป่าขณะเปิดจุกและเป่าขณะปิดจุกอย่างละ 1 ครั้งแล้วจะให้พัก 2 นาที ต่อมาจึงทำการทดสอบเพื่อบันทึกค่าจริง



ซึ่งจะทำการวัดค่าแรงดันลมจากการเป่าทั้งขณะเปิดและปิดจมูกอีกอย่างละ 3 ครั้ง ค่าแรงดันลมทั้ง 6 ค่าถูกบันทึกลงในแบบบันทึกผลการทดสอบ

การทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

การทดสอบครั้งที่ 1 : เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 1 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจมูกเด็ก พัก 2 นาที

การทดสอบครั้งที่ 2 : เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 2 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจมูกเด็ก พัก 2 นาที

การทดสอบครั้งที่ 3 : เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 3 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจมูกเด็ก

ผลจากโครงการนำร่องพบว่า เด็กหญิง และเด็กชายทุกระดับอายุให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก ที่วัดได้จากเด็กชายและหญิง ในทุกระดับอายุ ก็ให้ผลในการทำงานเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการพัก 1 นาที 2 นาที และ 3 นาทีนั้น ไม่มีผลทำให้ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกแตกต่างไปจากค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=2.602$, $p>0.05$) ดังนั้นในการทดสอบจึงคัดเลือกเด็กแบบสุ่มโดยไม่คำนึงถึงเพศต่ออย่างใดและในการนำเครื่อง Oral manometer ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จึงกำหนดให้เด็กทุกคนพักระหว่างการเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูกนาน 1 นาที ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (N) คำนวณได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างของแต่ละกลุ่มอายุเท่ากับ 21 (สูตรคำนวณในภาคผนวก จ.) เพราะฉะนั้นจึงมีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ว่าจะใช้กลุ่มตัวอย่างของ

แต่ละระดับอายุจำนวนกลุ่มอายุละ 21 คน ขึ้นไปจึงจะทำให้ผลการวิจัยเชื่อมั่นได้ร้อยละ 95

2. การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและ ปิด จมูกจากกลุ่มตัวอย่าง

การดำเนินการทดสอบโดยผู้วิจัย 1 คน ดำเนินการทดสอบในเดือนมิถุนายน ถึง กรกฎาคม 2533 ทดสอบเด็กเป็นรายบุคคลใช้เวลาในการทดสอบเฉลี่ย คนละ 15-20 นาที จากนั้นนำเด็กที่สุ่มมาจากโรงเรียนดังกล่าวข้างต้นจำนวน 200 คน มารับการส่องหู โดยพนักงานวิทยาศาสตร์ จากคลินิกโสตสัมผัสและการพูด ภาควิชา โสต นาสิก และลาริงซ์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล แล้วนำเด็กทีละคนมาทดสอบในห้องที่ไม่มีผู้คนพลุกพล่าน ผู้วิจัยและเด็กนั่งหันหน้าเข้าหากันสร้างความคุ้นเคยด้วยการสนทนาทั่วไป เช่น หนูชื่ออะไร เรียนอยู่ชั้นไหน ครูประจำชั้นชื่ออะไร หนูอยู่โรงเรียนอะไร แล้วจึงตรวจโครงสร้างอวัยวะภายในช่องปากโดยการส่องดูด้วยไฟฉาย และคลำด้วยนิ้วมือ พร้อมให้เด็ก ออกเสียง อา อะ เออะ เพื่อการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในขณะออกเสียง และประเมินการพูดของเด็กด้วยแบบทดสอบการคัดกรองการพูดผิดปกติของ Sindermsuk (102) โดยให้เด็กพูดตามเพราะพบปัญหาว่าเด็กจำนวนมาก แม้กำลังเรียนอยู่ชั้นประถม 4 แต่ไม่สามารถอ่านออกเสียงเองได้อย่างถูกต้อง ต่อจากนั้นให้เด็กแต่ละคนวาดรูปเรขาคณิตตามแบบ ตามเกณฑ์อายุโดยเด็กที่มีอายุมากกว่า 6 ปีจะใช้วิธีผลการเรียน ร่วมกับการสอบถามจากครูประจำชั้นว่าจะต้องไม่มีประวัติเรียนซ้ำชั้น การดำเนินการดังกล่าวนี้ก็เพื่อคัดกรองเด็กที่มีความบกพร่องด้านต่างๆ ได้แก่ ทางร่างกาย สติปัญญา ภาษา การพูด โครงสร้างอวัยวะภายในช่องปาก การได้ยิน หน้าหนวกและเยื่อแก้วหูทะลุ ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่ามีเด็กพูดไม่ชัด 2 คน แก้วหูทะลุ 15 คน หน้าหนวก 1 คน ปากแหว่งเพดานโหว่ 1 คน มีความบกพร่องทางสติปัญญาโดยไม่ผ่านเกณฑ์การลอกรูปเรขาคณิต ร่วมกับการมีประวัติเรียนซ้ำชั้น 1 คน รวมเด็กที่มีความบกพร่อง 20 คน ที่ถูกคัดออกไป และเลือกเด็กคนใหม่เข้ามาแทนโดยการจับฉลาก จากนั้นมาดำเนินการทดสอบเด็กทีละคนโดยเด็กนั่งหันหน้าเข้าหาเครื่อง ผู้วิจัยอธิบายและสาธิตการเป่าที่ถูกวิธีทั้งการเป่าขณะเปิดและปิดจมูก ให้เด็กสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องมือและทดลองเป่าทั้งขณะเปิดจมูกและปิดจมูก โดยผู้วิจัยใช้มือบีบจมูกของเด็กเอาไว้

ในขณะที่ทดลองเป่านั้นเด็กได้รับคำแนะนำให้สังเกตค่าตัวเลขที่หน้าปัทม์ที่เพิ่มขึ้นจากตัวเลขที่มีค่าน้อยที่ปรากฏบนหน้าปัทม์ ในขณะที่เริ่มเป่าจนกระทั่งตัวเลขนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปในทางที่มีค่ามากขึ้น เมื่อเด็กสามารถเป่าได้แรงขึ้น เด็กทุกคน จะได้รับการทดลองเป่าขณะเปิดจุกและปิดจุกอย่างละ 1 ครั้ง ถ้าคนใดไม่สามารถเป่าได้ถูกวิธี เช่น ใช้การอุดแทน การเป่า หรือเป่าแล้วมีลมรั่วออกนอกท่อเป่า หรือใช้ความพยายามในการเป่าอย่างไม่เต็มที่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เด็กไม่หายใจเข้าให้เต็มที่ก่อนที่จะเป่าออกมา เด็กคนนั้นจะได้รับการฝึกอีก 1 ครั้ง ถ้ายังไม่สามารถทำได้ถูกต้องก็จะถูกคัดออกไป และเลือกเด็กคนใหม่เข้ามาแทนด้วยการจับฉลาก จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีเด็กที่ใช้การอุดแทนการเป่า 1 คน เด็กที่ทดลองเป่าแล้วมีลมรั่วออกนอกท่อเป่าจำนวน 3 คน และเด็กอีก 1 คน ที่ใช้ความพยายามในการเป่าอย่างไม่เต็มที่ แต่หลังจากเด็กทั้ง 5 คนนี้ ได้รับคำอธิบายและให้ฝึกเป่าอีก 1 ครั้ง พบว่ามีเด็กเพียง 1 คน เท่านั้นที่เป่าแล้วยังคงมีลมรั่วออกนอกท่อเป่า เด็กคนนั้นจึงถูกคัดออกไปและเลือกเด็กคนใหม่เข้ามาแทนด้วยการจับฉลาก จากนั้นดำเนินการทดสอบโดยกำหนดระยะเวลาการพักระหว่างเป่าขณะเปิดจุกและเป่าขณะปิดจุก นาน 1 นาที

การทดสอบครั้งที่ 1: เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 1 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจุกเด็ก พัก 2 นาที

การทดสอบครั้งที่ 2: เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 1 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจุกเด็ก พัก 2 นาที

การทดสอบครั้งที่ 3: เด็กเป่าลมออกทางปากเต็มที่หลังจากหายใจเข้าเต็มที่พัก 1 นาที แล้วจึงทำการทดสอบอีกครั้งโดยให้เป่าลมออกทางปากขณะที่ผู้วิจัยใช้มือบีบจุกเด็ก

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้างนี้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ค่าเฉลี่ยตัวกลางเลขคณิต (Mean, $\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) และพิสัย (Range)
2. เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 รวมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างกลุ่มอายุ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance)
3. Scheffé procedure

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกของเด็กนักเรียนอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน จาก 8 โรงเรียน ในสังกัดสำนักงานประถมศึกษากรุงเทพมหานคร โดยทำการทดสอบเด็กจำนวน 200 คน แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มๆละ 40 คน ตามระดับอายุ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 อายุ ระหว่าง 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน กลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน กลุ่มที่ 3 อายุระหว่าง 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน กลุ่มที่ 4 อายุระหว่าง 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน และกลุ่มที่ 5 อายุระหว่าง 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน การศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 5 หัวข้อคือ

1. เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ
2. เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ
3. เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ
4. เปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ย แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ
5. ศึกษาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของกลุ่มเด็กปกติในแต่ละระดับอายุ

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบทั้ง 3 ครั้งของเด็กปกติที่มีอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน เมื่อแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มตามระดับอายุได้ผลดังนี้

ตารางที่ 6 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1800	0.6900	0.3843	0.1121
2	40	0.1800	0.7500	0.3810	0.1194
3	40	0.2300	0.7500	0.3917	0.1152

จากตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.1800-0.6900 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3843 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1800-0.7500 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3810 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2300-0.7500 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3917 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1121, 0.1194 และ 0.1152 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 6 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปาก
เป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี
11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่างการศึกษาทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0024	0.0012	0.0909	0.9131
ภายในการศึกษาแต่ละครั้ง	117	1.5641	0.0134		
รวมทั้งหมด	119	1.5665			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะเปิดจมูกจากการทดสอบ
ทั้ง 3 ครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อ
มั่นร้อยละ 95 ($F = 0.0909$, $p > 0.05$)

ตารางที่ 8 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรง
ดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 2 ระดับอายุ
6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1100	0.6000	0.3348	0.1239
2	40	0.1500	0.6100	0.3395	0.1221
3	40	0.1400	0.6700	0.3570	0.1343

จากตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.1100-0.6000 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3348 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1500-0.6100 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3395 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1400-0.6700 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3570 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1239, 0.1221 และ 0.1343 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้งในตารางที่ 8 มาเปรียบเทียบกับโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0110	0.0055	0.3411	0.7117
ภายใน การทดสอบแต่ละครั้ง	117	1.8838	0.0161		
รวมทั้งหมด	119	1.8948			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะเปิดจมูกจากการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=0.3411, p>0.05$)

ตารางที่ 10 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 3 ระดับ
อายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.2100	0.6600	0.4233	0.1049
2	40	0.2400	0.6700	0.4188	0.1054
3	40	0.2100	0.7800	0.4313	0.1180

จากตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.2100-0.6600 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4233 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2400-0.6700 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4188 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2100-0.7800 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4313 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1049, 0.1054 และ 0.1180 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 10 มาเปรียบเทียบกับโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปาก
เป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี
11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0032	0.0016	0.1335	0.8752
ภายใน การทดสอบแต่ละครั้ง	117	1.4056	0.0120		
รวมทั้งหมด	119	1.4088			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะเปิดจมูกจากการทดสอบ
ทั้ง 3 ครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อ
มั่นร้อยละ 95 ($F = 0.1335$, $p > 0.05$)

ตารางที่ 12 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 4 ระดับ
อายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1600	0.8500	0.4580	0.1372
2	40	0.1400	0.7400	0.4485	0.1296
3	40	0.2300	0.8000	0.4678	0.1346

จากตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.1600-0.8500 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4580 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1400-0.7400 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4485 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2300-0.8000 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4678 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1372, 0.1296 และ 0.1346 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 12 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่างการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0089	0.0044	0.2474	0.7813
ภายในการทดสอบแต่ละครั้ง	117	2.0957	0.0179		
รวมทั้งหมด	119	2.1045			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะเปิดจมูกจากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 0.2474$, $p > 0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.2200	0.8000	0.5154	0.1355
2	40	0.2000	0.8200	0.5095	0.1373
3	40	0.2500	1.0500	0.5345	0.1557

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 5 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.2200-0.8000 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.5154 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2000-0.8200 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.5095 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2500-1.0500 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.5345 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1355, 0.1373 และ 0.1557 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 14 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปาก
 เป้าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี
 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
					ns
ระหว่างการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0140	0.0070	0.3417	0.7113
ภายในการทดสอบแต่ละครั้ง	117	2.3968	0.0205		
รวมทั้งหมด	119	2.4108			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะเปิดจมูกจากการทดสอบ
 ครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 0.3417$, $p > 0.05$)

2. การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก ปกติในระดับอายุต่างๆ

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กอายุ ระหว่าง
 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ซึ่งแบ่งตามระดับอายุออกเป็น 5 กลุ่มนั้น ค่าเฉลี่ย
 คำนวณจากค่าที่ได้จากการเป่าขณะเปิดจมูก 3 ครั้ง เอมารวมกันแล้วหารด้วย
 จำนวนครั้ง ซึ่งเท่ากับ 3 ครั้ง ค่าที่ได้จะเป็น ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปาก

เป่าขณะเปิดจุมุกของเด็กแต่ละคน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมุกของเด็กทุกคนมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนคน ซึ่งเท่ากับ 40 คน ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 16 ส่วนค่าต่ำสุดและ ค่าสูงสุด ก็คือค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมุกที่ให้ค่าต่ำสุด และสูงสุด ของกลุ่มอายุนั้นๆ นั่นเอง

ตารางที่16 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมุกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ

กลุ่มอายุ	อายุ (ปี/เดือน)	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	5/0-5/11	40	0.2000	0.6900	0.3848	0.1056
2	6/0-6/11	40	0.1400	0.5900	0.3440	0.1200
3	7/0-7/11	40	0.2500	0.6300	0.4245	0.1018
4	8/0-8/11	40	0.1800	0.7500	0.4557	0.1285
5	9/0-9/11	40	0.2200	0.6600	0.5190	0.1345

ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมุกของเด็กกลุ่มต่างๆให้ค่าดังนี้
 กลุ่มที่ 1 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2000-0.6900 หน่วย โดยมี ค่าเฉลี่ย 0.3848 หน่วย
 กลุ่มที่ 2 ให้ค่าตั้งแต่ 0.1400-0.5900 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3440 หน่วย
 กลุ่มที่ 3 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2500-0.6300 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4245 หน่วย
 กลุ่มที่ 4 ให้ค่าตั้งแต่ 0.1800-0.7500 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4557 หน่วยและ
 กลุ่มที่ 5 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2200-0.6600 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.5190 หน่วย
 โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ให้ค่าเท่ากับ

0.1056, 0.1200, 0.1018, 0.1285 และ 0.1345 ตามลำดับและเมื่อนำค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก ที่ได้จากเด็กแต่ละกลุ่มอายุ ในตารางที่ 16 มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
*					
ระหว่างระดับอายุทั้ง 5 ระดับ	4	0.7164	0.1796	12.7375	0.0
ภายในระดับอายุแต่ละระดับ	195	2.7497	0.0141		
รวมทั้งหมด	199	3.4681			

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กปกติทั้ง 5 กลุ่มอายุพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ($F = 12.7375$, $p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่ามีเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งใน 5 กลุ่ม ที่มีค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก แตกต่างไปจากเด็กกลุ่มอื่น ดังนั้น จึงทำการทดสอบต่อไปโดยใช้ Scheffé procedure ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก
ของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ

อายุ (ปี/เดือน)	ความแตกต่างวิกฤติ				
	5/0-5/11	6/0-6/11	7/0-7/11	8/0-8/11	9/0-9/11
5/0-5/11					
6/0-6/11	0.0408				
7/0-7/11	0.0397	0.0805			
		*			
8/0-8/11	0.0709	0.1117	0.0312		
	*	*	*		
9/0-9/11	0.1342	0.1750	0.0945	0.0633	

D =0.08191

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กปกติกลุ่มต่างๆ ปรากฏว่าเด็กในระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกมากกว่าเด็กในระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนเด็กในระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกมากกว่าเด็กในระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน, 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน และ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เช่นกัน ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็ก ในระดับอายุอื่น ๆ นั้นไม่แตกต่างกัน

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 ของเด็กที่มี อายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน เมื่อแบ่งเป็น 5 กลุ่มตาม ระดับอายุ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 19 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1900	0.7200	0.3960	0.1204
2	40	0.1700	0.6200	0.3868	0.1099
3	40	0.1800	0.7400	0.3998	0.1214

จากตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 1 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดย การทดสอบ ครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.1900-0.7200 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3960 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1700-0.6200 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3868 หน่วยและ การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1800-0.7400 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3998 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1204, 0.1099 และ 0.1214 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 19 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดง ในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 1 ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่างการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0036	0.0018	0.1301	0.8782
ภายในการทดสอบแต่ละครั้ง	117	1.6107	0.0138		
รวมทั้งหมด	119	1.6143			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะปิดจมูก จากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 0.1301$, $p > 0.05$)

ตารางที่ 21 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1300	0.5800	0.3405	0.1276
2	40	0.1500	0.6100	0.3450	0.1224
3	40	0.1400	0.6900	0.3677	0.1338

จากตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 2 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยการทดสอบ ครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.1300-0.5800 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3405 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1500-0.6100 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3450 หน่วย และ การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1400-0.6900 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.3677 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1276, 0.1224 และ 0.1338 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 21 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 2 ระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0171	0.0085	0.5208	0.5954
ภายใน การทดสอบแต่ละครั้ง	117	1.9175	0.0164		
รวมทั้งหมด	119	1.9346			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะปิดจมูก จากการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=0.5208$, $p>0.05$)

ตารางที่ 23 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 3 ระดับ
อายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.2000	0.6900	0.4172	0.1073
2	40	0.2400	0.6600	0.4340	0.1018
3	40	0.2000	0.9400	0.4528	0.1415

จากตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก
ในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 3 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบ
ครั้งที่ 1 ให้ค่าอยู่ในช่วง 0.2000-0.6900 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4127 หน่วย
การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปาก ในช่วง 0.2400-0.6600
หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4340 หน่วย และการทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่า
แรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2000-0.9400 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4528
หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ
0.1073, 0.1018 และ 0.1415 ตามลำดับจากนั้นนำค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยง
เบนมาตรฐาน ของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 23 มาเปรียบเทียบกัน
โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงใน
ตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมใน
ช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 3 ระดับอายุ 7 ปี ถึง
7 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0252	0.0126	0.9031	0.4081
ภายใน การทดสอบแต่ละครั้ง	117	1.6344	0.0140		
รวมทั้งหมด	119	1.6596			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะปิดจมูกจากการทดสอบ
ครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=0.9031$, $p>0.05$)

ตารางที่ 25 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรง
ดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 4 ระดับอายุ
8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1500	0.8100	0.4585	0.1344
2	40	0.1900	0.8300	0.4608	0.1374
3	40	0.2000	0.8500	0.4810	0.1426

จากตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 4 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดย การทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าแรงดันลมอยู่ในช่วง 0.1500-0.8100 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4585 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.1900-0.8300 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4608 หน่วย และ การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2000-0.8500 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.4810 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1344, 0.1374 และ 0.1426 ตามลำดับ จากนั้นนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 25 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 4 ระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง ^๕ การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0123	0.0061	0.3217	0.7255
ภายใน ^๕ การทดสอบแต่ละครั้ง	117	2.2337	0.0191		
รวม ^๕ ทั้งหมด	119	2.2460			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะปิดจมูกจากการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 0.3217$, $p > 0.05$)

ตารางที่ 27 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก กลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบ 3 ครั้ง

ครั้งที่	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด (หน่วย)	ค่าสูงสุด (หน่วย)	ค่าเฉลี่ย (หน่วย)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	40	0.1800	0.8500	0.5100	0.1331
2	40	0.2000	0.9100	0.5255	0.1470
3	40	0.2100	1.0900	0.5508	0.1685

จากตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบ 3 ครั้งของเด็กกลุ่มที่ 5 ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันโดยการทดสอบครั้งที่ 1 ให้ค่าแรงดันลมอยู่ในช่วง 0.1800-0.8500 หน่วย โดยมี ค่าเฉลี่ย 0.5100 หน่วย การทดสอบครั้งที่ 2 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2000-0.9100 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.5255 หน่วย และ การทดสอบครั้งที่ 3 ได้ค่าแรงดันลมในช่องปากในช่วง 0.2100-1.0900 หน่วย มีค่าเฉลี่ย 0.5508 หน่วย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการทดสอบ ครั้งที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1331, 0.1470 และ 0.1685 ตามลำดับจากนั้นนำค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบทั้ง 3 ครั้ง ในตารางที่ 27 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน ของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มที่ 5 ระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
ns					
ระหว่าง การทดสอบทั้ง 3 ครั้ง	2	0.0338	0.0169	0.7497	0.4748
ภายใน การทดสอบแต่ละครั้ง	117	2.6411	0.0226		
รวมทั้งหมด	119	2.6749			

หมายเหตุ : ns หมายถึงไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$)

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในการเป่าขณะปิดจมูกจากการ ทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F=0.7497$, $p>0.05$)

4. การเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติ ในระดับอายุต่างๆ

ค่าเฉลี่ยแรงดันลม ในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กอายุระหว่าง 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ซึ่งแบ่งตามระดับอายุออกเป็น 5 กลุ่มนั้น ค่าเฉลี่ยที่จะแสดงในตารางที่ 29 คำนวณจากค่าที่ได้จากการเป่าขณะปิดจมูก 3 ครั้ง เอาจมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนครั้งซึ่งเท่ากับ 3 ครั้ง ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กแต่ละคน จากนั้นนำค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กทุกคนมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนคนซึ่งเท่ากับ 40 คน ค่าที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ย ที่แสดงในตารางที่ 29

ส่วนค่าต่ำสุดและ ค่าสูงสุด ก็คือค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก ที่มีค่าต่ำสุด และสูงสุดของเด็กในกลุ่มอายุนั้นๆ นั้นเอง.

ตารางที่ 29 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของกลุ่มเด็กอายุต่างๆ

กลุ่มอายุ	อายุ	จำนวน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน
	(ปี/เดือน)	(คน)	(หน่วย)	(หน่วย)	(หน่วย)	มาตรฐาน
1	5/0-5/11	40	0.2000	0.6900	0.3940	0.1113
2	6/0-6/11	40	0.1500	0.6000	0.3507	0.1228
3	7/0-7/11	40	0.2400	0.6400	0.4350	0.1080
4	8/0-8/11	40	0.1800	0.7900	0.4667	0.1325
5	9/0-9/11	40	0.2000	0.9300	0.5290	0.1431

ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มต่างๆ ได้ค่าดังนี้
 กลุ่มที่ 1 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2000-0.6900 หน่วย โดยมี ค่าเฉลี่ย 0.3940 หน่วย
 กลุ่มที่ 2 ให้ค่าตั้งแต่ 0.1500-0.6000 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.3507 หน่วย
 กลุ่มที่ 3 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2400-0.6400 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4350 หน่วย
 กลุ่มที่ 4 ให้ค่าตั้งแต่ 0.1800-0.7900 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.4667 หน่วย
 กลุ่มที่ 5 ให้ค่าตั้งแต่ 0.2000-0.9300 หน่วย โดยมีค่าเฉลี่ย 0.5290 หน่วย
 โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ให้ค่าเท่ากับ 0.1113, 0.1228, 0.1080, 0.1325 และ 0.1431 ตามลำดับ และเมื่อนำค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกที่ได้จากเด็กแต่ละกลุ่มอายุ ในตารางที่ 29 มาเปรียบเทียบกันโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P-value
*					
ระหว่างระดับอายุทั้ง 5 ระดับ	4	0.7449	0.1862	12.0661	0.0
ภายในระดับอายุแต่ละระดับ	195	3.0097	0.0154		
รวมทั้งหมด	199	3.7546			

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติทั้ง 5 กลุ่มอายุ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($F = 12.0661, p < 0.05$) แสดงให้เห็นว่ามีเด็กในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ใน 5 กลุ่ม ที่มีค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกแตกต่างไปจากเด็กกลุ่มอื่น ดังนั้นจึงทำการทดสอบต่อไป โดยใช้ Scheffé procedure ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 31

ตารางที่ 31 **การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก
ของเด็กกลุ่มอายุต่างๆ**

อายุ (ปี/เดือน)	ความแตกต่างวิกฤติ			
	5/0-5/11	6/0-6/11	7/0-7/11	8/0-8/11 9/0-9/11
5/0-5/11				
6/0-6/11	0.0433			
7/0-7/11	0.0410	0.0843		
		*		
8/0-8/11	0.0727	0.1160	0.0317	
	*	*	*	
9/0-9/11	0.1350	0.1783	0.0940	0.0623

D = 0.086191

หมายเหตุ : * หมายถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ค่าเฉลี่ย แรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติกลุ่มต่างๆ ปรากฏว่าเด็กในระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกมากกว่าเด็กในระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนเด็กในระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก มากกว่าเด็กในระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน, 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน และ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เช่นกัน ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันลมใน ช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็ก ในระดับอายุอื่นๆนั้นไม่แตกต่างกัน

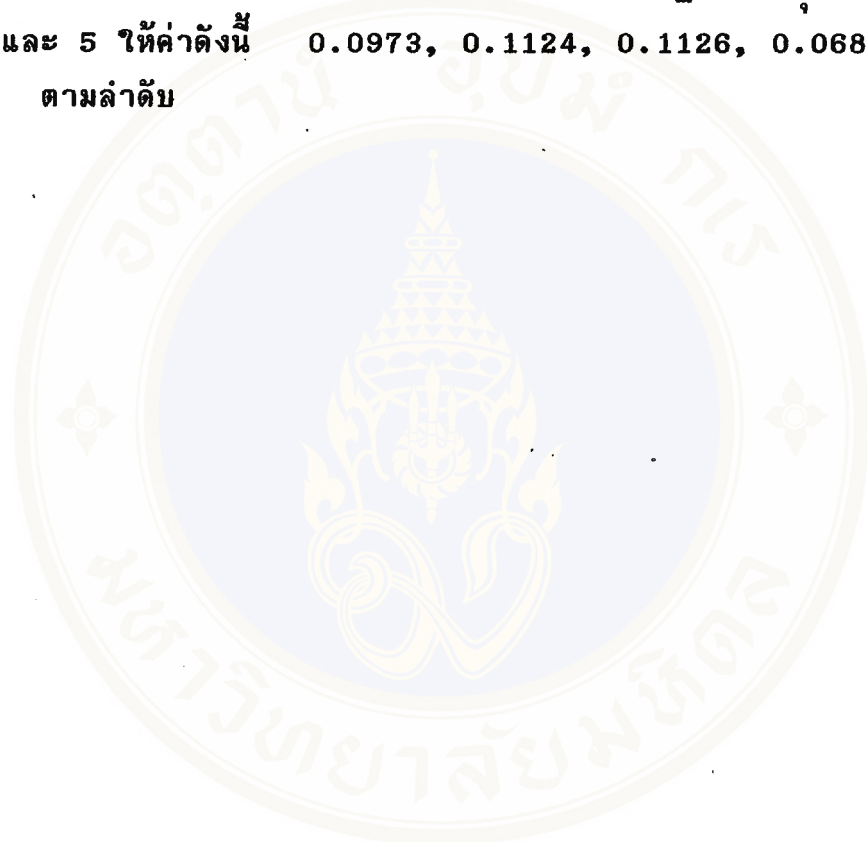
5. การศึกษาค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย สัดส่วนแรงดันลมในช่องปาก
ขณะเป่าของกลุ่มเด็กปกติในแต่ละระดับอายุ

ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่านั้น คือค่าที่คำนวณจากการนำค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าขณะเปิดจมูก หาค่าด้วยค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากที่วัดขณะเป่าปิดจมูกของเด็กแต่ละคน ดังนั้นแต่ละกลุ่มอายุจึงมีค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่ากลุ่มอายุละ 40 ค่า นำค่าสัดส่วนทั้ง 40 ค่านี้ มาหาค่าเฉลี่ยโดยการนำมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนเด็กในกลุ่มซึ่งเท่ากับ 40 คน ค่าที่ได้มาคือค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าที่แสดงในตารางที่ 32 ส่วนค่าต่ำสุดและสูงสุดคือ ค่าเฉลี่ยสัดส่วนที่มากที่สุดและน้อยที่สุดที่กลุ่มอายุนั้นทำได้

ตารางที่ 32 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากเด็กกลุ่มอายุต่างๆ

กลุ่มที่	อายุ (ปี/เดือน)	จำนวน (คน)	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1	5/0-5/11	40	0.7400	1.2300	0.9877	0.0973
2	6/0-6/11	40	0.8300	1.5200	0.9823	0.1124
3	7/0-7/11	40	0.8500	1.1400	0.9875	0.1126
4	8/0-8/11	40	0.8500	1.1100	0.9798	0.0686
5	9/0-9/11	40	0.7600	1.1900	0.9906	0.0779

ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากของเด็กปกติในกลุ่มอายุต่างๆ ปรากฏ
 ผลดังนี้ กลุ่มที่ 1 ให้ค่าในช่วง 0.7400-1.2300 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.9877
 กลุ่มที่ 2 ให้ค่าในช่วง 0.8300-1.5200 เฉลี่ย 0.9823 กลุ่มที่ 3 ให้
 ค่าในช่วง 0.8500-1.1400 มีค่าเฉลี่ย 0.9875 กลุ่มที่ 4 ให้ค่าในช่วง
 0.8500-1.1100 มีค่าเฉลี่ย 0.9798 และกลุ่มที่ 5 ให้ค่าในช่วง
 0.7600-1.1900 เฉลี่ย 0.9906 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกลุ่มที่ 1, 2,
 3, 4 และ 5 ให้ค่าดังนี้ 0.0973, 0.1124, 0.1126, 0.0686 และ
 0.0779 ตามลำดับ



บทที่ 5

อภิปรายผล สรุป และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก ของเด็กปกติ โดยใช้ Oral manometer แบบใช้กระแสไฟฟ้าซึ่งมีช่องระบายลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร ที่ผลิตโดยวิศวกรไทยได้นำมาสรุปและอภิปรายผล โดยศึกษาและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 ในแต่ละระดับอายุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกในการทดสอบครั้งที่ 1, 2 และ 3 ในแต่ละระดับอายุ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ และศึกษา ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของกลุ่มเด็กปกติ ในระดับอายุต่างๆมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ

การวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก จากการศึกษาค้างนี้ เป็นการวัดค่าที่ได้จากแรงเป่าที่ส่งที่สุดหลังจากหายใจเข้ามากที่สุด ทดสอบซ้ำเช่นนี้ 3 ครั้ง ทั้งนี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในต่างประเทศ (19,80,89) และเมื่อทำการวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก พบว่าทุกระดับอายุตั้งแต่ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน, 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน, 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน และ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในแต่ละระดับอายุนั้น ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก ระหว่างการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และเมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงดันลมที่วัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่ เมื่อทดสอบในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้น ในกรณีที่ต้องการความรวดเร็ว

อาจจะทำการทดสอบเพียงครั้งเดียวก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคที่นิยมใช้ในต่างประเทศ มีการรายงานค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้ง ซึ่งพบว่าเป็นค่าคงที่ (19, 80, 89) นอกจากนี้ Goddard (89) ยังได้ศึกษาโดยทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง ในระยะเวลา 1-3 สัปดาห์ และใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมจากการทดสอบซ้ำ ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมที่แตกต่างกันเล็กน้อยเพียง 0.15 ออนซ์ต่อตารางนิ้ว นอกจากนี้ยังพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อหาความสัมพันธ์ของการทดสอบซ้ำ 2 ครั้ง ได้ค่า $r=0.87$ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้รายงานแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมด้วยค่าเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากการนำค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมทั้ง 3 ครั้ง มารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนครั้ง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จำนวนครั้งเท่ากับ 3 นอกจากนี้ การรายงานค่าด้วยค่าเฉลี่ยยังเป็นการนำเอาค่าทุกค่ามาหาค่าเฉลี่ย จึงทำให้ค่าที่ได้เป็นตัวเลขที่เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด และมีผู้วิจัยจำนวนมากที่นำค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมมารายงาน (19, 80, 84, 89) โดยที่ Morris (19) ได้กล่าวไว้ว่า ค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจุมจะให้ความน่าเชื่อถือถ้ารายงานด้วยค่าเฉลี่ย นอกจากนี้ Noll, Hawkins และ Weinberg (80) กล่าวไว้ว่าค่าเฉลี่ยเป็นตัวแทนของค่าแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าได้ดีที่สุด ถ้ามีการทดสอบซ้ำหลาย ๆ ครั้ง โดยที่ ถ้าค่าที่ได้จากการทดสอบซ้ำนั้นให้ค่าที่แตกต่างกันมาก การรายงานค่าด้วยค่ามากที่สุด (Maximum) จะเป็นการรายงานค่าที่ไม่ใช่ตัวแทนของข้อมูลที่แท้จริง นอกจากนี้ ยังมีผู้ศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุม แต่ศึกษาในเด็กปากแหว่งเพดานโหว่ และใช้ค่าเฉลี่ยในการรายงานค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมเช่นกัน (5, 9, 12, 13, 74)

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมของเด็กปกติ ที่ระดับอายุต่างๆมิได้แสดงออกมาเป็นหน่วยวัดใดๆ เนื่องจาก ยังไม่มีเครื่องวัดแรงดันลมมาตรฐานในประเทศไทย ที่จะนำมาปรับแต่งค่ากับเครื่องมือที่ใช้ในการ

ศึกษาค้างนี้ ค่าแรงดันลมที่ได้จึงเป็นค่าที่แสดงผลในรูปของความละเอียดในการวัด 1 ใน 100 ส่วน หรือแสดงในรูปของทศนิยม 2 ตำแหน่ง ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถนำค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมก ไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกที่ผู้วิจัยอื่น ๆ ศึกษาได้ ในการศึกษาค้างนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมก ปรากฏผลดังนี้ เด็กปกติระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกสูงกว่าระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกสูงกว่า ระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน, 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน และ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เช่นกัน ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกของเด็กปกติ ระดับอายุอื่น ๆ นั้นไม่แตกต่างกัน จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่าระดับอายุที่มากกว่าให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากสูงกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อายุมีความสัมพันธ์กับแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Goddard (89) ที่พบว่าเด็กอายุ 9 ปี 4 เดือน ถึง 9 ปี 8 เดือน ทั้งหญิง และชาย ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมก สูงกว่าเด็กระดับอายุ 5 ปี 4 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 แต่อย่างไรก็ตาม มีเด็กปกติบางกลุ่มอายุที่ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติดังนี้ เด็กระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกไม่ต่างไปจากเด็กระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ส่วนเด็กระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกไม่แตกต่างไปจาก เด็กระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน และ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ส่วน เด็กระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกไม่ต่างไปจากเด็กระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน และ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน นอกจากนี้เด็กระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกไม่ต่างจาก เด็กระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน เช่นกัน จะเห็นได้ว่าเด็กปกติในระดับอายุที่ใกล้เคียงกัน อาจไม่พบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมก ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่ามีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อค่าแรงดันลมได้แก่ ส่วนสูง และ รูปร่าง (93, 99, 105, 106, 107) แต่จาก

การศึกษาของ Goddard (89) พบว่า ส่วนสูงไม่มีความสัมพันธ์กับแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Inkley, Oldenberg และ Vignos (93), Wagner, Hibbert และ Landau (99) พบว่า ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับค่าแรงดันลมนั้น นอกจากอายุแล้ว ส่วนสูง ก็ยังมีความสัมพันธ์กับค่าแรงดันลมอีกด้วย

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกในการทดสอบครั้งที่ 1 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ในแต่ละระดับอายุ

การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกของเด็กปกติ นั้น มีผู้ศึกษาจำนวนมากว่าการศึกษาค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมุก วิธีการที่ทดสอบนั้นแตกต่างกันบ้าง จากการศึกษาของ Cook และ Mead (90), Cook, Mead และ Orzalesi (91), Inkley Oldenberg และ Vignos (93), Jones และคณะ (94), Gaultier และ Zinman (96), Wagner Hibbert และ Landau (99), Smyth, Chapman และ Rebuck (100), Szeinberg และคณะ (101) ได้วัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกด้วยคลิป์วัดจุมุก ทำการทดสอบซ้ำมากกว่า 3 ครั้ง และรายงานด้วยค่าเฉลี่ย ยกเว้น Braun, Arora และ Rochester (95) เท่านั้น ที่ทำการทดสอบซ้ำเพียง 3 ครั้ง นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยอีกกลุ่มหนึ่ง ที่วัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกโดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับผู้วิจัยข้างต้น แต่แตกต่างกันอยู่ที่ทดสอบซ้ำเพียง 3 ครั้ง และปิดจุมุกเด็กในขณะเป่าด้วยมือของผู้วิจัย (19,80,89)

ผลจากการศึกษาค้างนี้พบว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกของเด็กในทุกระดับอายุนั้น ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมุกจากการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและเมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงดันลมที่วัดได้มีค่าค่อนข้างคงที่ เมื่อทดสอบในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นในกรณีที่ต้องการความรวดเร็วอาจทำการทดสอบเพียงครั้งเดียวก็ได้ แต่อย่างไรก็ตาม เทคนิคที่นิยมใช้ในต่างประเทศ มักรายงานค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้ง ซึ่ง

พบว่า เป็นค่าคงที่ (19,80,89) ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นไปในทำนองเดียวกันกับการศึกษาของ Wagner, Hibbert และ Landau (99) ซึ่งทำการทดสอบซ้ำ 20 ครั้ง ในเวลาใกล้เคียงกันได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเฉลี่ย (mean within subject coefficient of variation) เพียง 11% ในทำนองเดียวกับ Gaultier และ Zinman (96) เมื่อทำการทดสอบซ้ำมากกว่า 2 ครั้ง ในเวลาใกล้เคียงกัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเฉลี่ยสำหรับการทดสอบซ้ำ เพียง 9% นอกจากนี้ Black และ Hyatt (92) ซึ่งทดสอบซ้ำในผู้ใหญ่ โดยไม่ได้รายงานจำนวนครั้ง และระยะเวลาในการทดสอบเอาไว้ ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเฉลี่ยเพียง 9% เช่นกัน ส่วน Szeinberg และคณะ (101) ได้ทำการทดสอบซ้ำ 5 ครั้ง ภายในเวลา 7 เดือน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความผันแปรเฉลี่ยเพียง $4.5 \pm 2.9\%$ เท่านั้น แต่จากการศึกษาของ Cook, Mead และ Orzalessi (91) ได้ทดสอบซ้ำระยะเวลาห่างกันสั้น ๆ ซึ่งไม่ได้รายงานว่าเป็นระยะเวลานานเท่าใด จนกระทั่งระยะเวลาในการทดสอบซ้ำห่างกัน 2 วัน พบว่า เมื่อทดสอบด้วย Obstruction technique (รายละเอียดดูใน บทที่ 2) ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อทดสอบด้วย Compression technique (รายละเอียดดูในบทที่ 2) ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกที่ได้นั้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาของผู้วิจัยดังกล่าวจะเห็นได้ว่ามีเพียง Cook Mead และ Orzalessi (91) เท่านั้น ที่พบว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกให้ค่าที่แตกต่างกันเมื่อทดสอบซ้ำด้วย Obstruction technique ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ก็นำค่าเฉลี่ยมารายงานค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก จึงเป็นค่าที่เป็นตัวแทนของค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก ได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้ยังมีผู้วิจัยอีกจำนวนมากที่ใช้ค่าเฉลี่ยในการรายงานค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก (92, 97, 98)

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่างๆ

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติที่ระดับอายุต่าง ๆ มิได้แสดงออกมาเป็นหน่วยวัดใด ๆ ได้ เนื่องจากเครื่องวัดแรงดันลมมาตรฐาน ที่จะนำมาปรับแต่งค่ากับเครื่องที่ใช้ในการศึกษานี้ ยังไม่มีในประเทศไทย ค่าแรงดันลมที่ได้จึงเป็นค่าที่แสดงผลในรูปของความละเอียดในการวัด 1 ใน 100 ส่วน หรือแสดงในรูปของทศนิยม 2 ตำแหน่ง ด้วยเหตุนี้จึงไม่สามารถนำค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของผู้วิจัยอื่น ๆ ได้ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กกลุ่มอายุต่าง ๆ ปรากฏผลดังนี้ เด็กปกติระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกสูงกว่าเด็กในระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกสูงกว่าระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน , 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน และ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เช่นกัน ส่วนค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติในระดับอายุอื่น ๆ นั้นไม่แตกต่างกัน จากผลการศึกษาครั้งนี้ จะเห็นว่าเด็กระดับอายุที่มากกว่าได้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกสูงกว่าเด็กที่มีอายุน้อยกว่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่า อายุมีความสัมพันธ์กับแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก ทั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษา ของ Goddard (89) ที่พบว่า เด็กอายุ 9 ปี 4 เดือน ถึง 9 ปี 8 เดือน ทั้งเด็กหญิง และเด็กชาย ให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกสูงกว่าเด็กระดับอายุ 5 ปี 4 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 นอกจากนี้ Wilson และคณะ (98) พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกเช่นกัน ($p < 0.001$) และ Wagner, Hibbert และ Landau (99) ยังพบว่าค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก สำหรับเด็กชายมีความสัมพันธ์กับอายุ ($r=0.57$ $p < 0.05$) ซึ่งผู้วิจัยหลายท่าน (91, 93, 101, 104) ได้พบในทำนองเดียวกัน

0.1400-0.5900 หน่วย เด็กในระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.2500-0.6300 หน่วย เด็กในระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.1800-0.7500 หน่วย และระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.2200-0.6600 หน่วย ส่วนค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกของเด็กปกติในระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.2000-0.6900 หน่วย เด็กในระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.1500-0.6000 หน่วย เด็กในระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.2400-0.6400 หน่วย เด็กในระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.1800-0.7900 หน่วย และเด็กในระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ได้ค่าในช่วง 0.2000-0.9300 หน่วย ในทำนองเดียวกันจากการศึกษาของ Morris (19) พบว่า ค่าสัมบูรณ์ของแรงดันลมในช่องปากที่ได้จากการเป่าทั้งขณะเปิดและปิดจมูกนั้น ไม่สามารถนำมาประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูก ในขณะเป่าได้ เพราะว่าค่าสัมบูรณ์ที่ได้จากการเป่าขณะเปิดและปิดจมูกนั้น มีความแตกต่างกันภายในกลุ่มประชากรปกติอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Noll, Hawkins และ Weinberg (80)

Morris (19) ได้อธิบายถึงค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า คือ ค่าที่ได้จากการวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกหารด้วยค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูก ถ้าค่าที่ได้น้อยกว่า 1 แสดงว่าค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการเป่าขณะเปิดจมูก แต่ถ้าค่าที่ได้มากกว่า 1 แสดงว่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจมูกมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการเป่าขณะเปิดจมูก และถ้าเท่ากับ 1 แสดงว่าค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูกมีค่าเท่ากัน นอกจากนี้ ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่านั้น ยังเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูก ในขณะที่ไม่ออกเสียงพูด เช่น การเป่าและการดูด ดังนั้นค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของคนปกติ ที่มีการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ขึ้นสู่โพรงจมูกได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จะให้สัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า เท่ากับ 1 ส่วนคนที่ได้ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า น้อยกว่า 1 นั้น แสดงให้เห็นถึง ความบกพร่องของการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจมูกในขณะเป่า ส่วน ค่าสัดส่วน

แรงดันลมที่มากกว่า 1 นั้น เกิดขึ้นเพราะ เด็กปกติบางคนมีความลำบากในการเป่าขณะปิดจมูก ทำให้ค่าแรงดันลมเป่าขณะปิดจมูกได้น้อยกว่าความเป็นจริง แต่สัดส่วนที่แท้จริง ของเด็กปกติ นั้น ย่อมเท่ากับ 1 นั้นเอง

ผลการศึกษาค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ ได้ผลที่ต่างกับ Morris (19) นั่นคือมีเด็กปกติจำนวน 119 คน (59.5%) ที่ได้ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าน้อยกว่า 1 และเด็ก 74 คน (37%) ที่ได้ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่ามากกว่า 1 แต่มีเด็กเพียง 7 คน (3.5%) ที่ได้ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 1 โดยมีรายละเอียดดังนี้ เด็กในระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9877 ± 0.0973 เด็กในระดับอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9823 ± 0.1124 เด็กในระดับอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9875 ± 0.1126 เด็กในระดับอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9798 ± 0.0686 และเด็กในระดับอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9906 ± 0.0779 ทั้งนี้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Spriesterbach, Moll และ Morris (85), Van Demark (86,87) ซึ่งพบว่าสัดส่วนแรงดันลมที่น้อยกว่า 0.89 จึงจะแสดงถึงความบกพร่องในการทำงานของเพดานอ่อนที่ทำให้เกิดการหยุดที่ผิดปกติได้ นอกจากนี้ ยังมีผู้วิจัยจำนวนมากที่ได้ค่าสัดส่วนแรงดันลมจากเด็กปกติ แตกต่างไปจาก Morris (19) เช่น Goddard (89) ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากเด็กหญิงอายุ 5 ปี 4 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน เท่ากับ 1.0038 ส่วนเด็กชายอายุ 5 ปี 4 เดือน ถึง 5 ปี 8 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 1.000 และเด็กในกลุ่มอายุ 9 ปี 4 เดือน ถึง 9 ปี 8 เดือน เด็กหญิงและชายได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 1.0405 และ 1.0333 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันกับผลการศึกษาของ Noll, Hawkins และ Weinberg (80) ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กชายอายุ 6 ถึง 7 ปี เท่ากับ 0.93 ± 0.11 นอกจากนี้ Quigley (84) ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าของเด็กปกติ ซึ่งไม่ได้รายงานอายุและเพศเอาไว้

เมื่อวัดค่าแรงดันลมด้วยเครื่อง Hunter oral manometer และ Chase manometer ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9774 และ 0.9600 ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีผู้ศึกษาค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าจากผู้ป่วยเพดานโหว่ที่มีการพูดปกติ ได้แก่ Weinberg และ Shanks (8) พบว่า ผู้ป่วยเพดานโหว่ที่ได้รับการผ่าตัดปิดเพดานปาก และมีการพูดปกติได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9890 ± 0.0300 นอกจากนี้ Spriestersbach และ Powers (12) ศึกษาเด็กปากแหว่งเพดานโหว่ 103 คน อายุ 5 ถึง 15 ปี พบว่า กลุ่มเด็กที่เพดานอ่อนกับผนังคอสามารถเคลื่อนเข้ามาชิดกันในขณะลากเสียง (U) และ (S) นั้น ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า เท่ากับ 0.9800

แม้ว่าค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมที่ได้จากการศึกษาค้างนี้ได้ค่าที่แตกต่างกันไปจากผลการศึกษาของ Morris (19) แต่ในขณะเดียวกันค่าที่ได้เป็นไปในการทำงานของเด็วกันกับผู้วิจัยจำนวนมากซึ่งพบว่าค่าสัดส่วนที่ได้อาจจะไม่เท่ากับ 1 เสมอไป

สรุป

ผลการศึกษาครั้งนี้ พอจะสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกของเด็กปกติอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน เมื่อทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ให้ค่าที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะปิดจุมกเมื่อทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ให้ผลการศึกษาในทำนองเดียวกัน ดังนั้นการใช้ค่าเฉลี่ยเพื่อรายงานค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกและเป่าขณะปิดจุมกจึงเป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจุมก ที่ได้จากเด็กปกติระดับอายุมากให้ค่าเฉลี่ยมากกว่าเด็กในระดับอายุน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่อย่างไรก็ตาม เด็กปกติในบางระดับอายุให้ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากทั้งเป่าขณะเปิดจุมกและปิดจุมกไม่แตกต่างไปจาก ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากที่ได้จากเด็กปกติกลุ่มระดับอายุน้อยกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่ามีปัจจัยอื่น ได้แก่ ส่วนสูง และรูปร่างซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อค่าแรงดันลมในช่องปาก ทั้งเป่าขณะเปิดจุมกและปิดจุมก ผลการศึกษายังพบอีกว่า ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจุมกและเป่าขณะปิดจุมกของเด็กปกติทุกระดับอายุให้ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันมาก จึงไม่สามารถนำค่าเฉลี่ยเหล่านั้น ไปประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ขึ้นสู่โพรงจุมกขณะเป่าได้ แต่สามารถใช้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า ไปประเมินการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจุมกขณะเป่าได้ ผลการศึกษานี้ เด็กปกติระดับอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน, 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน, 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน, 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน และ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ได้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่าเท่ากับ 0.9877 ± 0.0973 , 0.9823 ± 0.1124 , 0.9875 ± 0.1126 , 0.9798 ± 0.0686 และ 0.9906 ± 0.0779 ตามลำดับ ดังนั้นเด็กที่มีระดับอายุในช่วงดังกล่าวถ้าให้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า ที่มีค่าต่ำกว่าที่รายงานในผลการศึกษาครั้งนี้มาก อาจแสดงถึงความบกพร่องในการทำงานของเพดานอ่อนกับผนังคอในการปิดกั้นลมมิให้ผ่านขึ้นสู่โพรงจุมกขณะเป่า มีผลให้เด็กพูดผิดปกติได้

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษารั้งต่อไป

1. การศึกษารั้งนี้ทำการทดสอบค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิด จมูกในเด็กปกติที่มีช่วงอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน ในศึกษารั้งต่อไป อาจทำการวัดค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูก และคำนวณค่าเฉลี่ยสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากจากเด็กปกติในช่วงอายุอื่นๆ โดย ศึกษาค่าที่ได้ว่าแตกต่างไปจากเด็กปกติช่วงอายุ 5 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน อย่างไร
2. การศึกษารั้งนี้ทดสอบค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและเป่าขณะปิด จมูกเฉพาะเด็กปกติโดยมิได้คำนึงถึง ปัจจัยอื่นที่อาจมีอิทธิพลต่อค่าแรงดันลมใน ช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูก ได้แก่ ส่วนสูงและรูปร่าง ในการ ศึกษาครั้งต่อไปจึงอาจทำการทดสอบ เพื่อหาความสัมพันธ์ของส่วนสูง และ รูปร่างกับค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูก
3. การศึกษารั้งนี้เป็นการวัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก และ เป่าขณะปิดจมูกจากเด็กปกติ ในศึกษารั้งต่อไปอาจจะทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูกและเป่าขณะปิดจมูก และคำนวณ ค่าสัดส่วนแรงดันลมในช่องปากขณะเป่า ระหว่างกลุ่มเด็กปกติกับกลุ่มเด็กเพดาน โหว้ทั้งก่อน และ หลังจากได้รับการผ่าตัดปิดเพดานเพื่อศึกษาว่าค่าที่ได้แตกต่าง ไปจากเด็กปกติอย่างไร
4. การศึกษารั้งนี้วัดค่าแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดจมูก และเป่าขณะ ปิดจมูกโดยเว้นระยะเวลาเป็นช่วงสั้นๆในการทดสอบซ้ำ 3 ครั้ง ในการศึกษา ครั้งต่อไปจึงอาจเว้นระยะการทดสอบนานกว่านี้ เพื่อศึกษาว่าค่าแรงดันลมใน ช่องปากขณะเป่าที่ได้ แตกต่างกันหรือไม่

บรรณานุกรม

1. Morris HL, Spriestersbach DC, Darley FL. An articulation test for assessing competency of velopharyngeal closure. J Speech Hear Res 1961; 4: 48-55.
2. Shelton RL, Brooks AR, Youngstrom KA. Articulation and patterns of palatopharyngeal closure. J Speech Hear Disord 1964; 29: 390-408.
3. Van Demark DR. Assessment of velopharyngeal competency for children with cleft palate. Cleft Palate J 1974; 11: 310-316.
4. Hardy JC. Intraoral breath pressures in cerebral palsy. J Speech Hear Disord 1961; 26: 309-319.
5. Morris HL, Smith JK. A multiple approach for evaluating velopharyngeal competency. J Speech Hear Disord 1962; 27: 218-226.
6. Shprintzen RJ, Lencione RM, McCall GN, Skolnic ML. A three dimensional cinefluoroscopic analysis of velopharyngeal closure during normal speech and nonspeech activities in normals. Cleft Palate J 1974; 11: 412-429.
7. Warren DW, Devereaux JL. An analog study of cleft palate speech. Cleft Palate J 1966; 3: 103-114.
8. Weinberg B, Shanks JC. The relationship between three oral breath pressure ratios and ratings of severity of nasality for talkers with cleft palate. Cleft Palate J 1971; 8: 251-256.

9. Moore WH, Sommers RK. Oral manometer ratios, Some clinical and research implications. Cleft Palate J 1974; 11: 50-61.
10. Kantner CE. The rationale of blowing exercises for patient with repaired cleft palates. J Speech Hear Disord 1947; 12: 281-286.
11. Buncke HJ Jr. Manometric evaluation of palatal function in cleft palate patients. Plast Reconstr Surg 1959; 23: 148-158.
12. Spriestersbach DC, Power GR. Articulation skills, velopharyngeal closure and breath pressure of children with cleft palates. J Speech Hear Res 1959; 2: 318-325.
13. Chase RA. An objective evaluation of palatopharyngeal competence. Plast Reconstr Surg 1960; 26: 23-39.
14. Hanson ML. A study of velopharyngeal competence in children with repaired cleft palates. Cleft Palate J 1964; 1: 217-231.
15. จรัญญา สุขนานชัยกุล. การศึกษาค่าแรงดันลมในช่องจมูกขณะพูดของคนปกติและผู้ป่วยเพดานโหว่. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาความผิดปกติของการสื่อความหมาย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531: 1-78.
16. Shprintzen RJ, McCall GN, Skolnick ML, Lencione RM. Selective movement of the lateral aspects of the pharyngeal walls during velopharyngeal closure for speech, blowing, and whistling in normals. Cleft Palate J 1975; 12: 51-58.
17. Croatto L, Croatto-Martinolli C. Physiopathologie du voile du palais. Folia Phoniatr (Basel) 1959; 11: 124-166.

18. Warren Dw, Hofmann FA. A cineradiographic study of velopharyngeal closure. *Plast Reconstr Surg* 1961; 28 : 656-669.
19. Morris HL. The oral manometer as a diagnostic tool in clinical speech pathology. *J Speech Hear Disord* 1966 ; 31 : 362-369.
20. Moll KL. A cinefluorographic study of velopharyngeal function in normals during various activities. *Cleft Palate J* 1965 ; 2 : 112-122.
21. Fritzell B. Palatal function. In : Scientific foundation of otolaryngology. Edited by Hinchliffe, Harrison. London : Heinemann, 1976: 484-493.
22. Nishio J, Matsuya T, Machida J, Miyazaki T. The motor-nerve supply of the velopharyngeal muscles . *Cleft Palate J* 1976 ;13 :20-30.
23. Fletcher SG, Berkowitz S, Bradley DP, Burdi AR, Koch L, Maue-Dickson W. Cleft lip and palate : an updated state of the art. *Cleft Palate J* 1977 ; 14 : 261-328.
24. Matsuya T, Yamaoka M, Miyazaki T. A fiberscopic study of velopharyngeal closure in patients with operated cleft palate. *Plast Reconstr Surg* 1979 ; 63 : 497-500.
25. Maue-Dickson W, Dickson DR. Anatomy and physiology related to cleft palate : current research and clinical implications. *Plast Reconstr Surg* 1980 ; 65 : 83-91.

26. Ibuki K, Tamaki H, Matsuya T, Miyazaki T. Velopharyngeal closure in patients with facial paralysis :the fiberscopic examination of the velopharyngeal movements. Cleft Palate J 1981 ; 18 : 100-109.
27. Bloomer HH . Observation on palatopharyngeal movements in speech and deglutition. J Speech Hear Disord 1953 ; 18 : 230-246.
28. Fritzell B. The velopharyngeal muscles in speech : an electromyographic study. Acta Otolaryngol Suppl 1969 ; 250 : 5-81.
29. Miyazaki T, Matsuya T, Yamaoka M. Fiberscopic methods for assessment of velopharyngeal clousure during various activities. Cleft Palate J 1975 ; 12 : 107-114.
30. Stetson RH, Hudgins CV. Functions of the breathing movements in the mechanisms of speech. Arch. Neerl. Phon. Exptl 1930 ; 5 : 1-30.
31. Hudgins CV, Stetson RH. Voicing of consonants by depression of larynx. Arch. Neerl. Phon. Exptl 1935 ; 11 : 1-28.
32. Black JW. The pressure component in the production of consonants . J Speech Hear Res 1950; 15 : 207-210.
33. Stetson RH. Motor phonetics - a study of speech movements in action. 2nd ed. Amsterdam: North-Holland Publ, 1951.
34. Arkebauer HJ. A study of intraoral air pressures associated with production of selected consonants. Ph.D. Thesis, Univ. of Iowa, Iowa city, Iowa, 1964.

35. Isshiki N, Ringel R. Air flow during the production of selected consonants. J Speech Hear Res 1964 ; 7 : 233-244.
36. Subtelny JD, Worth JH, Sakuda M. Intraoral pressure and rate of flow during speech. J Speech Hear Res 1966; 9 : 498-518.
37. Seeman m. Sprachstorungen Bei Kindern; 4. Aufl. Berlin: Volk und Gesundheit, 1974.
38. Guerrier Y, Cyaracon R, Dejean Y, Morgan A, Freyss G. Pathologie fonctionnelle du voile du palais et sa rehabilitation. Paris : Arnette, 1978.
39. Hirschberg J, Pataki L, Horvath SZ. Resultats des examens electrophysiologiques et histologique dans l'insuffisance velopharyngienne. Acta Phoniatic. lat 1986 (inpress).
40. McWilliams BJ. Some factors in the intelligibility of cleft - palate speech. J Speech Hear Disord 1954; 19: 524-527.
41. Bzoch KR. An investigation of the speech of pre-school cleft palate children. Ph.D dissertation, Northwestern Univ, 1956.
42. Counihan DR. A clinical study of the speech efficiency and structural adequacy of operated adolescent and adult cleft palate persons. Ph.D dissertation, Northwestern Univ, 1956.
43. Starr CB. The study of some characteristics of the speech and speech mechanisms of a group of cleft palate children. Ph.D. dissertation, Northwestern Univ, 1956.

44. Spriestersbach DC, Darley FL, Rouse V.
Articulation of a group of children with
cleft lips and palates. J Speech Hear
Disord 1956; 21 : 436-445.
45. McWilliams BJ. Articulation problems of a group
of cleft palate adults. J Speech Hear
Res 1958 ; 1 : 68-74.
46. Subtelny Joanne D, Subtelny JD. Intelligibility and
associated physiological factors of cleft
palate speakers. J Speech Hear Res 1959;
2 : 353-360.
47. Arkebauer HJ, Hixon TJ, Hardy JC. Peak intraoral
air pressures during speech. J Speech
Hear Res 1967 ; 10: 196-208.
48. Isshiki N, Honjow I, Morimoto M. Effects of
velopharyngeal incompetence upon speech.
Cleft Palate J 1968 ; 5 : 297-310.
49. Morris HL. Etiological bases for speech problems.
In : Cleft palate communication. Edited by
Spriestersbach DC, Dorothy S. New York:
Academic Press Inc, 1968: 119-168.
50. Honjow I, Isshiki N, Kitajima K. Congenital
and acquired hypernasality. Folia Phoniatr
(Basel) 1969 a; 21: 266-276.
51. Hogan VM, Schwartz MF. Velopharyngeal incompetence.
In: Converse, Reconstructive plastic surgery:
Cleft lip and palate cranio - facial de-
formities, vol 4, 2nd. Philadelphia; Saunder,
1977: 2268-2283.
52. Buck M. Post-operative velo-pharyngeal movements
in cleft palate cases. J Speech Hear
Disord 1954 ; 19 : 288-294.

53. Hagerty R, Hoffmeister FS. Velopharyngeal closure : an index of speech. Plast Reconstr Surg 1954 ; 13 : 290-298.
54. Bzoch KR. A study of the speech of a group of preschool cleft palate children. Cleft Palate Bull 1959 ; 9 : 2-3.
55. Warren DW. Nasal emission of air and velopharyngeal function. Cleft Palate J 1967 a ; 4 : 148-156.
56. Warren DW, Ryon WE. Oral port constriction. nasal resistance. and respiratory aspects of cleft palate speech: An analog study. Cleft Palate J 1967 ; 4: 38-66.
57. Warren DW, Duany LF, Fischer ND. Nasal pathway resistance in normal and cleft lip and palate subjects. Cleft Palate J 1969 ; 6 : 134-140.
58. Cotton R, Nuwayhid NS. Velopharyngeal insufficiency. In : Pediatric otolaryngology. Edited by Bluestone, Stool. Philadelphia: Saunders, 1983 : 1521-1542.
59. Pfeifer G, Pirsig W, Wulff J, Wulff H. Lippen - Kiefer - Gaumen - Spalten. Munchen: Reinhardt, 1980.
60. McWilliams BJ, Bluestone CD, Musgrave RH. Diagnostic implications of vocal cord nodules in children with cleft palate. Laryngoscope 1969; LXXIX: 2072-2080.
61. Lubker JF. Aerodynamic and ultrasonic assessment techniques in speech-dentofacial research, ASHA report. 5. Washington, D.C, American Speech and Hearing Association, 1970:207-233.

62. Fleisch A. New methods of studying gaseous exchange and pulmonary function . Springfield, Ill: Thomas. 1960.
63. Counihan DT. Oral and nasal airflow and air pressure measures. In: Communicative disorders related to cleft lip and palate. Edited by Bzoch KR. Boston: Little Brown and Company, 1971: 178-185.
64. Silverman L, Whittenberger JL. Clinical pneumotachograph. In: Methods in medical research, Vol 2. Edited by Comroe JH. Chicaco: Year Book Medical Publishers. Inc., 1950:104.
65. Silverman L, Whittenberger JL. Instantaneous air flow measurements. In: Methods in medical research, Vol 2. Edited by Comroe JH. Chicaco: Year Book Medical Publishers. Inc., 1950 : 215.
66. Fry D, Hyatt R, McCall C, Mallas A. Evaluation of three types of respiratory flowmeters. J Appl Physiol 1957 ; 10 : 210-214.
67. Lubker JF, Moll KL. Simultaneous oral-nasal air flow measurements and cinefluorographic observations during speech production. Cleft Palate J 1965; 2: 257-272.
68. Subtelny JD, Kho GH, McCormack RM, Subtelny JD. Multidimensional analysis of bilabial stop and nasal consonants-cineradiographic and pressure-flow analysis. Cleft Palate J 1969; 6 : 263-289.
69. Van den berg JW.. Modern research in experimental phoniatrics. Folia Phoniater (Basel) 1962; 14: 81-149.

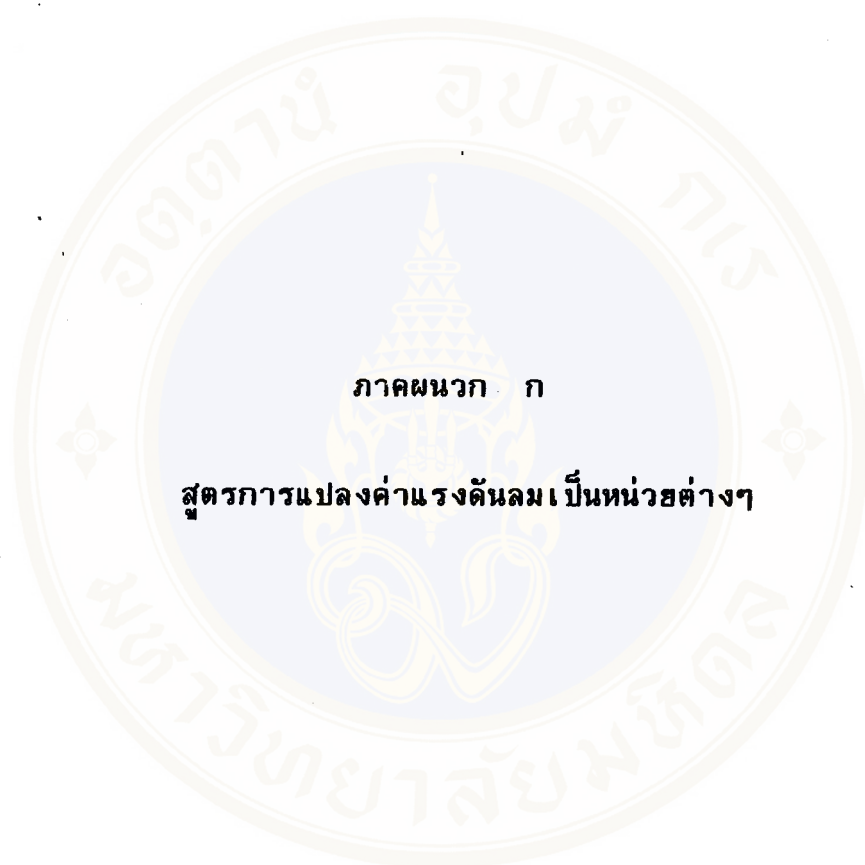
70. Hardy JC. Air flow and air pressure studies. Proceedings of the Conference : Communicative Problems in Cleft Palate, ASHA report 1. Washington, D. C, American Speech and Hearing Association, 1965 : 141-152.
71. Klatt DH, Stevens KN, Mead J. Studies of articulatory activity and airflow during speech. Ann N Y Acad Sci 1968 ; 55 : 42-55.
72. Hess DA, McDonald ET. Consonantal nasal pressure in cleft palate speakers. J Speech Hear Res 1960 ; 3 : 201-211.
73. Shelton RL, Bankson NW, Brooks RS. Nasal pressure in first grade non-cleft palate children. J Kansas Speech Hearing Assoc 1961; 2 : 2-8.
74. Shelton RL, Brooks AR, Youngstrom KA. Clinical assessment of palatopharyngeal closure. J Speech Hear Disord 1965 ; 30 37-43.
75. Emanuel FW. An experimental study of oral and nasal air flow during plosive consonant production. Ph. D. dissertation, University of Oklahoma, 1963.
76. Vaughn AO. An experimental study of oral and nasal airflow during sustained vowel production. Ph. D. dissertation, University of Oklahoma, 1965.
77. Machida J. Air flow rate and articulatory movement during speech. Cleft Palate J 1967; 4: 240-248.
78. Van Hattum RJ, Worth JH. Air flow rates in normal speakers. Cleft palate J 1967; 4: 134-147.

79. Young NB. An investigation of intranasal pressure during the phonation of consonant. vowel combinations and sentences. M.A. Thesis, Univ. of Washington, Seattle, Washington 1953.
80. Noll JD, Hawkins MW, Weinberg B. Performance of normal six-and seven-year-old males on oral manometer tasks. Cleft palate J 1977 ; 14 : 200-205.
81. McWilliams BJ, Bradley DP. Ratings of velopharyngeal closure during blowing and speech. Cleft Palate J 1965 ; 2 : 46-54.
82. Barns IJ, Morris HL. Interrelationships among oral breath pressure ratios and articulation skills for individuals with cleft palate. J Speech Hear Res 1967 ; 10 : 506-514.
83. Morris HL. Interrelationships among oral breath pressure ratios and articulation skills for individuals with cleft palate. J Speech Hear Res 1967 ; 10 : 506-514.
84. Quigley LF. Pressure and cephalometric technics for evaluation of normal and cleft palate: II Palatopharyngeal competency. J Dent Res 1968 ; 47 : 760-768.
85. Spriestersbach DC, Moll KL, Morris HL. Subject classification and articulation of speakers with cleft palate. J Speech Hear Res 1961 ; 4 : 362-372.
86. Van Demark DR. A factor analysis of the speech of children with cleft palate. Cleft Palate J 1966 ; 3 : 159-170.

87. Van Demark DR. A comparison of the results of pressure articulation testing in various contexts. J Speech Hear Res 1970 ; 13 : 741-754.
88. Lubker JF, Schweiger JW. Nasal airflow as an index of success of prosthetic management of cleft palate. J Dent Res 1969 ; 48 : 368-375.
89. Goddard LA. Normative study of oral breath pressure in children. M.A. Thesis, University of Iowa, 1959.
90. Cook CD, Mead J. Maximum and minimum airway pressure at various lung volumes in normal children and adults. Fed Proc 1960 ; 19 : 377.
91. Cook CD, Mead J, Orzalesi MM. Static volume-pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts. J Appl Physiol 1964 ; 19 : 1016-1022.
92. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: Normal values and relationship to age and sex. Am Rev Respir Dis 1969 ; 99 : 696-702.
93. Inkley SR, Oldenberg FC, Vignos PJ. Pulmonary function in Duchenne muscular dystrophy related to stage of disease. Am J Med 1974 ; 56 : 297-306.
94. Jones RS, Kennedy JD, Hasham F, Owen R, Taylor JF. Mechanical inefficiency of the thoracic cage in scoliosis. Thorax 1981; 36 : 456-461.

95. Braun NMT, Arora NS, Rochester DF. Respiratory muscle and pulmonary function in polymyositis and other proximal myopathies. Thorax 1983 ; 38 : 616-623.
96. Gaultier C, Zinman R. Maximal static pressures in healthy children. Respir Physiol 1983 ; 51: 45-61.
97. Leech JA, Ghezze H, Stevens D, Becklake MR. Respiratory pressures and function in adults. Am Rev Respir Dis 1983 ; 128 : 17-23.
98. Wilson SH, Cooke NT, Edwards RHT, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. Thorax 1984 ; 39 : 535-538.
99. Wagner JS, Hibbert ME, Landau LI. Maximal respiratory pressures in children. Am Rev Respir Dis 1984; 129 : 873-875.
100. Smyth RJ, Chapman KR, Rebuck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescent. Normal values. Chest 1984 ; 86 : 568-572.
101. Szeinberg A, Marcotte JE, Roizin H, Mindorff C, England S, Tabachnik E, Levison H. Normal values of maximal inspiratory and expiratory pressures with a portable apparatus in children, adolescents, and young adults. Pediatric Pulmonary 1987 ; 3 : 255-258.

102. Sindermsuk D. The survey of speech defects among prathom 4 students in Mitsampan school group. M. A. Thesis in Communication Disorders. Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, 1986.
103. Illingworth RS. The development of the infants and young child: normal and abnormal. 7 th ed. Churchill Livingstone: Longman Group Limited, 1980 : 233.
104. Ceretelli P, Brandi G, Brambilla I. II massino lavoro potenziale dell' apparato respiratoria come prova di funzionalita nee ragazzi. Minerva Med 1959 ; 50 : 2499-2501.
105. Grassino A, Goldman MD, Mead J, Sears TA. Mechanics of the human diaphragm during voluntary contraction: statics. J Appl Physiol 1978 ; 44 : 829-839.
106. Zinman R, Gaultier C. Abdomino - thoracic configuration and static maximal pressures in children. Fed Proc 1980 ; 39 : 836.
107. Zinman R, Gaultier C. Abdomino - thoracic configuration and static maximal inspiratory pressures. Fed Proc 1982 ; 41 : 1625.



ภาคผนวก ก
สูตรการแปลงค่าแรงต้นลมเป็นหน่วยต่างๆ

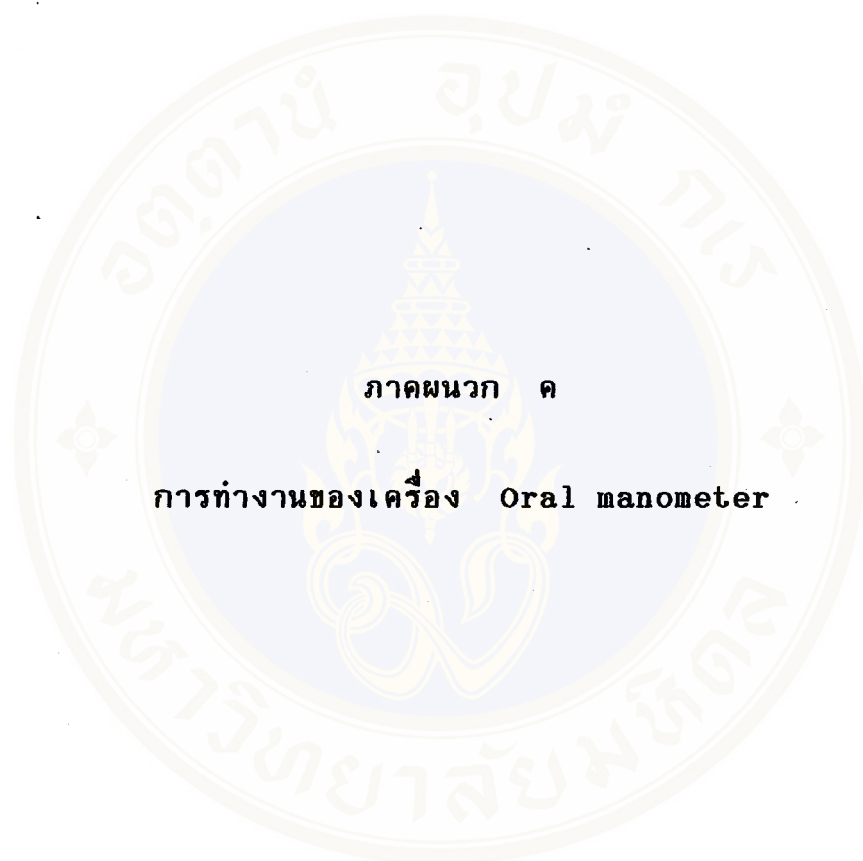
1	มิลลิเมตรปรอท	=	1.36	เซนติเมตรน้ำ
120	มิลลิเมตรปรอท	=	39.00	อนซ์ต่อตารางนิ้ว
1	ปอนด์ต่อตารางนิ้ว	=	51.715	มิลลิเมตรปรอท
1	กิโลпасคาล	=	0.14504	ปอนด์ต่อตารางนิ้ว



ภาคผนวก ข

แบบทดสอบเพื่อคัดกรองการพูดผิดปกติ

ฝนฟ้ามีวีแววว่าจะตก ยายจิมชวนหนู
 แฉ่วแฉ่ว เรือไปหากำนันแห่งที่บางบ่อ
 หนูแฉ่วพอกหน้าปะแป้งด้วยดินสอพอง
 ดุงงามดี พอถึงที่ผูกหมาติดตามต้อน
 หน้าต้อนหลัง ป้าเยื่อนเอะอะเอ็ด
 ตะโรวแล้วยิ้มเบิกบาน เจ้าแก้วหลาน
 รักรีมาทักทาย ผู้ใหญ่พูดคุยหัวเราะ
 ขบขัน สองคนชุกชนเล่นซ่อนหา
 หนูแฉ่วตกต้นไม้ร้องไห้แงๆ ยายจิม
 ว่าแย่จับกันกบยังไม่พอง

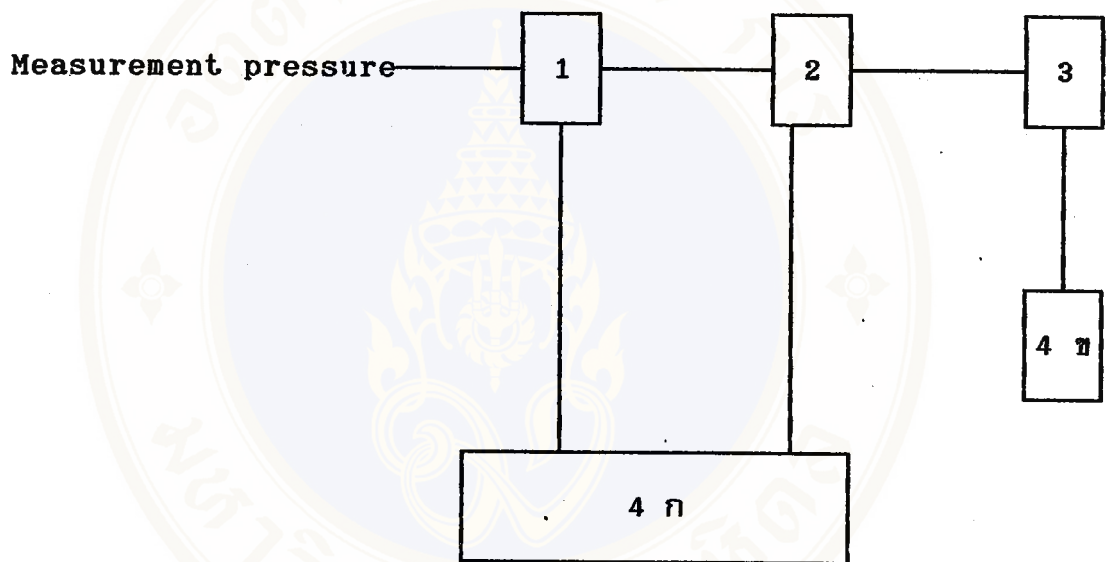


ภาควิชา ค

การทำงานของเครื่อง Oral manometer

การทำงานของเครื่อง Oral manometer สามารถแบ่งออกเป็น วงจร 4 ภาคดังนี้

รูปที่ 4 : Diagram แสดงการทำงานของ Oral manometer



- หมายเหตุ :
- 1 = วงจรตรวจจับแรงดัน
 - 2 = วงจรขยายสัญญาณรบกวนต่ำ
 - 3 = วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า
 - 4ก = วงจรแหล่งจ่ายไฟที่ 1
 - 4ข = วงจรแหล่งจ่ายไฟที่ 2

การทำงานของเครื่อง Oral Manometer อธิบายตาม diagram ได้ดังนี้

วงจรการทำงานแบ่งออกเป็น 4 ภาคดังนี้

1. วงจรตรวจจับแรงดัน

วงจรตรวจจับแรงดัน เป็นไอซีแปลงความดันเป็นแรงดันไฟฟ้าสำเร็จรูป เบอร์ MPX ของบริษัทโมโตโรล่าที่มีความไว 17 มิลลิโวลต์ต่อปอนด์ต่อตารางนิ้ว (mv/PSI) และมีย่านการตรวจจับแรงดัน 0-1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งให้ระดับแรงดันสูงสุดที่มีความดัน 1.5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่แรงดันไฟฟ้า 25.5 มิลลิโวลต์โดยประมาณ ไอซีมีพื้นฐานการทำงานแบบสเตรนเกจ (Strain gage) โดยการแพร่สารเจือให้เกิดเพียโซรีซิสแตนซ์ให้เกิดความต้านทานแบบบริดจ์ขึ้น และปรับแต่งความต้านทานนั้นด้วยแสงเลเซอร์ เพื่อให้ความต้านทานแบบบริดจ์นั้นมีความสมมาตรสูงสุดลงบนไดอะแฟรมขึ้นสารซิลิกอนบางๆ เพื่อจะตรวจจับแรงกดที่กระทำกับตัวไดอะแฟรมของซิลิกอน อันเนื่องมาจากแรงกดดันภายนอก และเนื่องจากที่มันเป็นความต้านทานที่เป็นสารกึ่งตัวนำ ดังนั้นมันจึงมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำมากทำให้แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นแปรเปลี่ยนตามความดันที่กระทำต่อความต้านทานแบบบริดจ์อย่างเป็นเชิงเส้น ตลอดย่านอุณหภูมิ 0-85 องศาเซลเซียสโดยมีค่าความดันคลาดเคลื่อนสูงสุดเพียง 1% ที่แรงดันเต็มสเกล และมีแรงดันออฟเซตที่ 1 มิลลิโวลต์ ตลอดย่านความดัน

เนื่องจากแรงดันที่ได้จากวงจรตรวจจับ เป็นระดับแรงดันที่ต่ำเกินไปกว่าจะนำไปใช้งานแสดงผลได้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับระดับให้เหมาะสมขึ้นเพื่อนำไปใช้ในภาคแสดงผล โดยการขยายระดับแรงดันที่ได้รับจากวงจรขยายในภาคต่อไปให้สูงขึ้นโดยวงจรขยายสัญญาณที่กำเนิดสัญญาณรบกวนต่ำ ดังจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2. วงจรขยายแรงดันสัญญาณรบกวนต่ำ

วงจรขยายในภาคนี้ใช้ไอซีออปแอมป์ที่มีสัญญาณรบกวนและแรงดันออฟเซตต่ำ เบอร์ OP-27 จำนวน 4 ตัว จัดวงจรแบบอินสตรูเมนตแอมป์ เนื่องจากคุณสมบัติที่ดีของวงจรมีคือมีอินพุตอิมพีแดนตสูงๆ มีอัตราขยายที่สูง และมี CMRR ที่สูงมาก ดังนั้น วงจรนี้จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณขนาดแรงดันไฟฟ้า

ที่มีขนาดแรงดันต่ำให้มีขนาดสูงขึ้น

3. วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นสัญญาณดิจิทัล

เป็นวงจรแปลงสัญญาณแรงดันตรวจจับ ซึ่งเป็นสัญญาณ Analog ให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้นใช้วงจร ICL7160 ซึ่งเป็นวงจรรวมที่รวมเอาวงจรปรับค่าศูนย์โดยอัตโนมัติ ตัวชี้วัด วงจรกำเนิด สัญญาณนาฬิกาและวงจรกำเนิดแรงดันอ้างอิง ส่วนวงจรนับ วงจรถอดรหัสและอื่นๆที่จำเป็นในการนำไปใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นตัวเลขฐาน 10 ที่สามารถใช้งานได้ง่ายโดยสัญญาณทางด้าน Output สามารถนำไปใช้ขับแผงแสดงผลแบบ 3 - 1/2 หลักได้โดยตรง และการทำงานของตัวไอซีสามารถทำงานได้ โดยต่อวงจรประกอบอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

4. แหล่งจ่ายไฟ

เนื่องจาก ระดับแรงดันที่วงจรในแต่ละภาคต้องการมีขนาดไม่เท่ากัน กล่าวคือวงจรตรวจจับและวงจรขยายต้องการระดับแรงดันที่ ± 15 โวลต์ แต่ในขณะที่วงจรภาคแสดงผลต้องการแรงดันที่ระดับ ± 5 โวลต์เท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยกแหล่งจ่ายไฟทั้งสองออกจากกันโดยเด็ดขาด ซึ่งทำให้เป็นผลดีในด้านการลดสัญญาณรบกวนจากระดับสัญญาณที่แตกต่างกันอีกด้วย เมื่อวงจรทั้งสองมีระดับที่แตกต่างกันมาก

ส่วนวงจรที่ใช้ในการสร้างแรงดันทั้งสองมีไอซีในตระกูล 78XX ซึ่งเป็นไอซีรักษาแรงดันค่าบวก และ 79XX ซึ่งเป็นไอซีรักษาแรงดันค่าลบประกอบกันเป็นวงจรใช้งานโดยที่วงจรทั้งสองจะประกอบรวมกันเป็นตัววงจรที่ใช้งานในแผ่นวงจรนั้นๆเลยมิได้แยกอยู่ต่างหากและสามารถจ่ายกระแสสูงสุด 1 แอมป์

คุณสมบัติ (specification)

1. Maximum Pressure Drift $\pm 5\%$ ตลอดย่านอุณหภูมิ 0-85 องศาเซลเซียส หมายถึงความคลาดเคลื่อนของการวัดที่แรงดันในการวัดคงที่ อันเนื่องมาจากผลกระทบทางอุณหภูมิที่มีกับอุปกรณ์การวัด และค่าผิดพลาดอื่นๆ อันเนื่องมาจากวงจรวัด ซึ่งได้ผลรวมของความคลาดเคลื่อนของตัวอุปกรณ์แต่ละตัว ที่ประกอบอยู่ในวงจรที่กำหนดโดยผู้ผลิตตัวอุปกรณ์นั้นๆ และจากการวัดวงจรในแต่ละภาค

2. Maximum Threshold Display ± 10 หน่วยทุกาสเกล

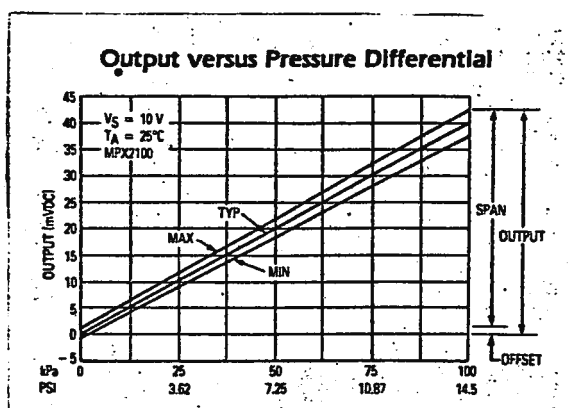
หมายถึงค่าตัวเลขแสดงผลที่อาจเกิดขึ้นเมื่อยังไม่มี การวัด หรือ อินพุตยังไม่มีแรงดันซึ่งเกิดขึ้นทุกาสเกลการวัดของวงจรในภาคแสดงผล

การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่อง Oral Manometer

การทดสอบความน่าเชื่อถือของเครื่องนั้นไม่สามารถทดสอบได้ ด้วยการปรับแต่ง (Calibrate) เนื่องจากไม่สามารถนำเครื่องที่ใช้วัดแรงดันลมในช่องปากที่เป็นมาตรฐานมาปรับแต่งด้วยได้ ดังนั้นค่าแรงดันลมที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงไม่มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่สามารถแสดงค่าในรูปของตัวเลขที่แสดงค่าเปรียบเทียบกับค่าแรงดันลมที่มากกับค่าที่น้อยได้ โดยเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยในการวัดใดๆ ส่วนความน่าเชื่อถือของเครื่องสามารถแสดงวิธีการคำนวณทางไฟฟ้าจากค่าอธิบายดังต่อไปนี้

เนื่องจากระบบประกอบด้วยอุปกรณ์ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนแปลงแรงดัน (Pressure) เป็นแรงดันไฟฟ้า (Voltage) หรือเรียกว่า Pressure sensor ซึ่งใช้หลักการทำงานของสเตรนเกจ
 2. ส่วนขยายแรงดันไฟฟ้าให้มีความเหมาะสม เพื่อนำเอาแรงดันไปแสดงผล (Amplifier)
 3. ส่วนแปลงแรงดันไฟฟ้าให้ตัวเลขแสดงผล (Volt Meter)
- ในส่วน Pressure sensor นั้นใช้ ไอซี Sensor จากบริษัทโมโตโรล่าเบอร์ MPX Series ซึ่งมีการชดเชยอุณหภูมิในตัวเองและมีกราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นได้ดังใน รูปที่ 7



รูปที่ 7 กราฟแสดงความเป็นเชิงเส้นของแรงดันลม (Pin) กับแรงดันไฟฟ้าที่ได้ในภาคแสดงผล (Pout)

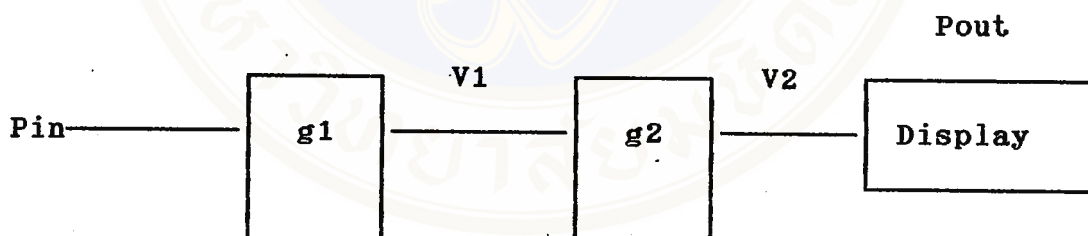
ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเป็นสัดส่วนผกผันโดยตรงกับแรงดันที่เป่าเข้าตัวตรวจจับ แรงดันที่ได้นี้ยังมีขนาดต่ำในช่วง 0-40 มิลลิโวลต์ดังนั้นจึงต้องมีการขยายแรงดันเพิ่มขึ้นให้เหมาะสมกับ IC ที่แสดงแรงดันในส่วนที่ 3 โดยใช้วงจรขยายแรงดันแบบเชิงเส้นที่มีความเที่ยงตรงสูง เรียกว่า Instrumental amplifier circuit แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมถูกป้อนเข้าวงจร Digital Voltmeter ซึ่งให้การแสดงผลเป็นตัวเลข 3 หลักครึ่ง

โดยที่ถ้าให้วงจรในภาคแรกมีเกนที่ขยาย $= g_1$ และมีค่า $= \frac{Pin}{V_1}$

$$g_1 = \frac{V_1}{Pin} \quad \text{----- 1}$$

และในภาคที่ 2 มีเกนที่ขยาย $g_2 = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{----- 2}$

ดังนั้นจากสมการที่ 1 และ 2 จะได้ $P_{out} = g_1 g_2 = \frac{V_2}{Pin}$



หมายเหตุ: g_1 = เกนที่ขยายของวงจรภาคที่ 1

g_2 = เกนที่ขยายของวงจรภาคที่ 2

Pin = แรงดันที่เป่า

P_{out} = แรงดันไฟฟ้าที่ภาคแสดงผล

V_1 = แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรในภาคที่ 1

V_2 = แรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรในภาคที่ 2



ตอนที่ 1

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับตัวเด็ก

ชื่อ _____ นามสกุล _____ เพศ _____

วัน เดือน ปี เกิด _____ อายุ _____ ปี _____ เดือน

โรงเรียน _____ ชั้น _____

วัน เดือน ปี ที่ทำการทดสอบ _____

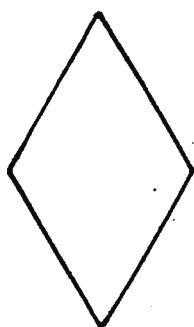
ชื่อผู้ทดสอบ _____ เวลา _____

รูปทรงเรขาคณิตตามเกณฑ์มาตรฐาน

5 ปี



6 ปี



ตอนที่ 2

ค่าแรงต้นลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูก

	เป่าขณะเปิดจมูก	เป่าขณะปิดจมูก
การเป่าครั้งที่ 1	_____	_____
การเป่าครั้งที่ 2	_____	_____
การเป่าครั้งที่ 3	_____	_____
เฉลี่ย	_____	_____



การทำความคุ้นเคย " เห็นเครื่องเป่าไหม ครูจะให้หนูเป่าลมออกทางปากให้มากที่สุด ถ้าหนูยังเป่าแรงเท่าใด ตัวเลขที่หน้าปัทม์จะขึ้นมากเท่านั้น นี่คือท่อเป่า หนูคาบไว้แน่นๆ หายใจเข้าลึกๆ แล้วเป่าออกมา "

" เก่งมาก ครูให้หนูเป่าอีกครั้งนะ คราวนี้ครูจะนับจุกของหนูเอาไว้ หายใจเข้าลึกๆ แล้วเป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 1 " เก่งมาก หนูเป่าอีกครั้งนะ เป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 2 " เป่าอีกนะ ครูจะนับจุก เป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 3 " เป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 4 " ครูนับจุกหนู เป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 5 " เป่าให้แรงที่สุด "

การเป่าครั้งที่ 6 " ครูนับจุกหนู เป่าให้แรงที่สุด "



$$N = \left[\frac{Z_{\alpha} / 2.6}{e} \right]^2$$

N = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เราต้องการจะหา

α = ความผิดพลาดที่จะเกิด (Type I error)

e = ผลต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่าง

ภาคผนวก ช

ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วนแรงดันลมของ
เด็กช่วงอายุต่างๆ

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วนแรงดันลม ของเด็กช่วงอายุ 5 ปี ถึง 5 ปี 11 เดือน

คนที่	เพศ	เปิดจมูก				ปิดจมูก				สัดส่วน
		ครั้งที่				ครั้งที่				
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
1	ช	0.46	0.52	0.50	0.4933	0.55	0.58	0.55	0.5600	0.8810
2	ช	0.39	0.50	0.40	0.4300	0.48	0.40	0.41	0.4300	1.0000
3	ญ	0.43	0.42	0.34	0.3967	0.45	0.46	0.37	0.4267	0.9297
4	ญ	0.45	0.42	0.42	0.4300	0.44	0.41	0.39	0.4133	1.0404
5	ญ	0.38	0.37	0.37	0.3733	0.34	0.38	0.32	0.3467	1.0767
6	ญ	0.51	0.49	0.52	0.5067	0.51	0.54	0.50	0.5167	0.9806
7	ช	0.39	0.35	0.41	0.3833	0.54	0.46	0.55	0.5167	0.7418
8	ช	0.47	0.75	0.71	0.6433	0.56	0.61	0.64	0.6033	1.0663
9	ญ	0.41	0.41	0.37	0.3967	0.36	0.34	0.43	0.3767	1.0531
10	ญ	0.28	0.28	0.30	0.2867	0.30	0.32	0.31	0.3100	0.9248
11	ช	0.55	0.53	0.58	0.5533	0.58	0.58	0.58	0.5800	0.9540
12	ช	0.18	0.20	0.23	0.2033	0.25	0.17	0.27	0.2300	0.8839
13	ญ	0.34	0.44	0.37	0.3833	0.38	0.39	0.37	0.3800	1.0087
14	ญ	0.34	0.35	0.43	0.3733	0.32	0.34	0.40	0.3533	1.0566
15	ญ	0.29	0.23	0.23	0.2500	0.19	0.24	0.18	0.2033	1.2297
16	ช	0.37	0.35	0.44	0.3867	0.35	0.40	0.48	0.4100	0.9432
17	ช	0.47	0.31	0.37	0.3833	0.36	0.43	0.39	0.3933	0.9746
18	ญ	0.42	0.47	0.50	0.4633	0.54	0.41	0.48	0.4767	0.9719
19	ญ	0.30	0.35	0.35	0.3333	0.35	0.35	0.34	0.3467	0.9613
20	ญ	0.36	0.41	0.42	0.3967	0.38	0.42	0.46	0.4200	0.9445
21	ญ	0.33	0.39	0.39	0.3700	0.37	0.38	0.46	0.4033	0.9174
22	ญ	0.36	0.40	0.39	0.3833	0.38	0.37	0.38	0.3767	1.0175

ตารางที่ 33 (ต่อ)

คนที่	เพศ	เปิดจุมก ครึ่งที่				ปิดจุมก ครึ่งที่				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
23	ญ	0.22	0.23	0.29	0.2467	0.24	0.25	0.32	0.2700	0.9137
24	ช	0.69	0.63	0.75	0.6900	0.72	0.62	0.74	0.6933	0.9952
25	ช	0.39	0.44	0.31	0.3800	0.41	0.34	0.28	0.3433	1.1069
26	ช	0.45	0.40	0.41	0.4200	0.44	0.45	0.47	0.4533	0.9265
27	ช	0.31	0.29	0.44	0.3467	0.35	0.33	0.58	0.4200	0.8255
28	ช	0.55	0.31	0.30	0.3867	0.50	0.33	0.37	0.4000	0.9668
29	ญ	0.25	0.30	0.27	0.2733	0.20	0.26	0.24	0.2333	1.1715
30	ญ	0.21	0.18	0.24	0.2100	0.22	0.18	0.20	0.2000	1.0500
31	ญ	0.32	0.23	0.29	0.2800	0.30	0.28	0.32	0.3000	0.9333
32	ญ	0.49	0.45	0.42	0.4533	0.48	0.47	0.41	0.4533	1.0000
33	ญ	0.25	0.24	0.29	0.2600	0.25	0.32	0.26	0.2767	0.9396
34	ช	0.35	0.37	0.48	0.4000	0.53	0.49	0.48	0.5000	0.8000
35	ช	0.51	0.45	0.44	0.4667	0.49	0.48	0.40	0.4567	1.0219
36	ช	0.35	0.39	0.34	0.3600	0.37	0.33	0.33	0.3433	1.0486
37	ญ	0.25	0.19	0.25	0.2300	0.23	0.21	0.21	0.2167	1.0614
38	ช	0.63	0.48	0.36	0.4900	0.48	0.44	0.44	0.4533	1.0810
39	ญ	0.33	0.28	0.28	0.2967	0.31	0.32	0.32	0.3167	0.9368
40	ญ	0.34	0.44	0.47	0.4167	0.34	0.39	0.36	0.3633	1.1470

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วนแรงดันลม ของเด็กช่วงอายุ 6 ปี ถึง 6 ปี 11 เดือน

คนที่	เพศ	เปิดจมูก				ปิดจมูก				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
1	ญ	0.25	0.28	0.32	0.2833	0.22	0.21	0.31	0.2467	1.1484
2	ช	0.23	0.18	0.18	0.1967	0.20	0.21	0.21	0.2067	0.9516
3	ญ	0.28	0.21	0.36	0.2833	0.23	0.29	0.38	0.3000	0.9443
4	ช	0.43	0.39	0.35	0.3900	0.36	0.36	0.45	0.3900	1.0000
5	ญ	0.32	0.30	0.33	0.3167	0.30	0.32	0.25	0.2900	1.0921
6	ช	0.33	0.36	0.30	0.3300	0.37	0.30	0.33	0.3333	0.9901
7	ช	0.38	0.35	0.45	0.3933	0.32	0.35	0.38	0.3500	1.1237
8	ช	0.30	0.30	0.35	0.3167	0.33	0.32	0.36	0.3367	0.9406
9	ญ	0.16	0.15	0.15	0.1533	0.15	0.18	0.21	0.1800	0.8517
10	ญ	0.18	0.17	0.27	0.2067	0.18	0.22	0.25	0.2167	0.9539
11	ญ	0.26	0.26	0.26	0.2600	0.21	0.26	0.27	0.2467	1.0539
12	ช	0.40	0.41	0.42	0.4100	0.43	0.44	0.48	0.4500	0.9111
13	ช	0.59	0.61	0.57	0.5900	0.58	0.54	0.69	0.6033	0.9780
14	ญ	0.60	0.55	0.50	0.5500	0.54	0.58	0.51	0.5433	1.0123
15	ช	0.45	0.50	0.54	0.4967	0.51	0.61	0.59	0.5700	0.8714
16	ญ	0.34	0.32	0.33	0.3300	0.37	0.32	0.34	0.3433	0.9613
17	ญ	0.25	0.28	0.37	0.3000	0.20	0.15	0.24	0.1967	1.5252
18	ญ	0.27	0.34	0.28	0.2967	0.31	0.27	0.29	0.2900	1.0231
19	ญ	0.44	0.48	0.52	0.4800	0.45	0.46	0.44	0.4500	1.0667
20	ญ	0.43	0.39	0.55	0.4567	0.47	0.44	0.51	0.4733	0.9649
21	ญ	0.37	0.30	0.32	0.3300	0.34	0.37	0.32	0.3433	0.9613
22	ญ	0.48	0.40	0.37	0.4167	0.44	0.34	0.39	0.3900	1.0685

ตารางที่ 34 (ต่อ)

คนที่	เพศ	เปิดจมก ครึ่งที่				ปิดจมก ครึ่งที่				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
23	ญ	0.27	0.27	0.21	0.2500	0.35	0.27	0.23	0.2833	0.8825
24	ช	0.33	0.37	0.67	0.4567	0.40	0.46	0.60	0.4867	0.9384
25	ช	0.56	0.45	0.46	0.4900	0.47	0.48	0.50	0.4833	1.0139
26	ญ	0.14	0.17	0.15	0.1533	0.13	0.19	0.18	0.1667	0.9196
27	ญ	0.11	0.16	0.14	0.1367	0.13	0.18	0.14	0.1500	0.9113
28	ช	0.32	0.33	0.30	0.3167	0.38	0.33	0.36	0.3567	0.8879
29	ช	0.38	0.45	0.40	0.4100	0.40	0.48	0.46	0.4467	0.9178
30	ญ	0.32	0.24	0.23	0.2633	0.32	0.25	0.27	0.2800	0.9404
31	ช	0.48	0.52	0.56	0.5200	0.56	0.45	0.52	0.5100	1.0196
32	ญ	0.35	0.34	0.33	0.3400	0.34	0.37	0.40	0.3700	0.9189
33	ญ	0.17	0.24	0.28	0.2300	0.20	0.28	0.30	0.2600	0.8846
34	ญ	0.26	0.29	0.29	0.2800	0.27	0.27	0.28	0.2733	1.0245
35	ญ	0.22	0.23	0.21	0.2200	0.24	0.25	0.26	0.2500	0.8800
36	ช	0.34	0.51	0.45	0.4333	0.38	0.46	0.46	0.4333	1.0000
37	ญ	0.44	0.50	0.54	0.4933	0.51	0.48	0.55	0.5133	0.9610
38	ญ	0.22	0.16	0.16	0.1800	0.23	0.18	0.17	0.1933	0.9312
39	ช	0.20	0.30	0.30	0.2667	0.22	0.32	0.28	0.2733	0.9759
40	ญ	0.54	0.52	0.51	0.5233	0.58	0.56	0.51	0.5500	0.9515

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจุมกและสัดส่วนแรงดันลม ของเด็กช่วงอายุ 7 ปี ถึง 7 ปี 11 เดือน

คนที่	เพศ	เปิดจุมก				ปิดจุมก				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
1	ญ	0.46	0.31	0.30	0.3567	0.36	0.31	0.37	0.3467	1.0288
2	ช	0.39	0.33	0.37	0.3633	0.40	0.36	0.33	0.3633	1.0000
3	ช	0.45	0.48	0.43	0.4533	0.44	0.42	0.41	0.4233	1.0709
4	ช	0.28	0.28	0.34	0.3000	0.33	0.36	0.36	0.3500	0.8571
5	ช	0.38	0.34	0.46	0.3933	0.39	0.39	0.50	0.4267	0.9217
6	ญ	0.35	0.34	0.36	0.3500	0.34	0.32	0.26	0.3067	1.1412
7	ช	0.43	0.39	0.38	0.4000	0.38	0.45	0.36	0.3967	1.0083
8	ช	0.39	0.40	0.43	0.4067	0.39	0.41	0.59	0.4633	0.8778
9	ญ	0.39	0.39	0.38	0.3867	0.35	0.38	0.38	0.3700	1.0451
10	ญ	0.29	0.24	0.21	0.2467	0.23	0.29	0.20	0.2400	1.0279
11	ญ	0.41	0.40	0.41	0.4067	0.41	0.39	0.41	0.4033	1.0084
12	ช	0.46	0.47	0.42	0.4500	0.42	0.48	0.47	0.4567	0.9853
13	ญ	0.34	0.31	0.35	0.3333	0.37	0.41	0.39	0.3900	0.8546
14	ญ	0.40	0.43	0.46	0.4300	0.46	0.45	0.47	0.4600	0.9348
15	ช	0.58	0.60	0.62	0.6000	0.53	0.54	0.60	0.5567	1.0778
16	ญ	0.45	0.43	0.43	0.4367	0.42	0.55	0.43	0.4667	0.9357
17	ช	0.52	0.51	0.54	0.5233	0.52	0.51	0.61	0.5467	0.9572
18	ญ	0.45	0.40	0.38	0.4100	0.38	0.45	0.45	0.4267	0.9609
19	ช	0.59	0.55	0.49	0.5433	0.57	0.54	0.68	0.5967	0.9105
20	ช	0.64	0.46	0.78	0.6267	0.44	0.54	0.94	0.6400	0.9792
21	ญ	0.56	0.67	0.61	0.6133	0.59	0.66	0.61	0.6200	0.9892
22	ช	0.44	0.40	0.41	0.4167	0.39	0.42	0.46	0.4233	0.9844

ตารางที่ 35 (ต่อ)

คนที่	เพศ	เปิดจุมก ครั้งที่				ปิดจุมก ครั้งที่				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
23	ช	0.30	0.38	0.39	0.3567	0.40	0.38	0.33	0.3700	0.9641
24	ช	0.59	0.61	0.69	0.6300	0.66	0.56	0.68	0.6333	0.9948
25	ญ	0.30	0.29	0.29	0.2933	0.33	0.31	0.30	0.3133	0.9362
26	ช	0.39	0.43	0.58	0.4667	0.57	0.52	0.56	0.5500	0.8485
27	ญ	0.21	0.38	0.38	0.3233	0.20	0.35	0.36	0.3033	1.0659
28	ช	0.43	0.53	0.49	0.4833	0.42	0.47	0.48	0.4567	1.0582
29	ญ	0.32	0.45	0.39	0.3867	0.39	0.43	0.45	0.4233	0.9135
30	ญ	0.28	0.25	0.31	0.2800	0.31	0.24	0.33	0.2933	0.9547
31	ช	0.46	0.48	0.44	0.4600	0.46	0.44	0.45	0.4500	1.0222
32	ช	0.31	0.29	0.26	0.2867	0.29	0.38	0.28	0.3167	0.9053
33	ช	0.66	0.60	0.56	0.6067	0.69	0.64	0.56	0.6300	0.9630
34	ญ	0.54	0.50	0.51	0.5167	0.53	0.56	0.53	0.5400	0.9569
35	ช	0.48	0.57	0.58	0.5433	0.51	0.61	0.64	0.5867	0.9260
36	ช	0.34	0.32	0.34	0.3333	0.36	0.32	0.33	0.3367	0.9899
37	ญ	0.34	0.31	0.31	0.3200	0.26	0.27	0.33	0.2867	1.1161
38	ญ	0.42	0.39	0.35	0.3867	0.33	0.39	0.39	0.3700	1.0451
39	ช	0.48	0.39	0.40	0.4233	0.38	0.37	0.40	0.3833	1.1041
40	ญ	0.43	0.45	0.42	0.4333	0.49	0.49	0.43	0.4700	0.9219

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วนแรงดันลม ของเด็กช่วงอายุ 8 ปี ถึง 8 ปี 11 เดือน

คนที่	เพศ	เปิดจมูก				ปิดจมูก				สัดส่วน
		ครั้งที่				ครั้งที่				
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
1	ญ	0.41	0.44	0.41	0.4200	0.49	0.44	0.49	0.4733	0.8874
2	ญ	0.43	0.46	0.40	0.4300	0.49	0.41	0.46	0.4533	0.9486
3	ช	0.45	0.47	0.46	0.4600	0.47	0.45	0.44	0.4533	1.0148
4	ญ	0.57	0.44	0.47	0.4933	0.46	0.45	0.46	0.4567	1.0801
5	ช	0.60	0.57	0.63	0.6000	0.61	0.56	0.61	0.5933	1.0113
6	ช	0.41	0.45	0.47	0.4433	0.50	0.42	0.43	0.4500	0.9851
7	ช	0.26	0.31	0.36	0.3100	0.28	0.35	0.41	0.3467	0.8941
8	ญ	0.53	0.48	0.51	0.5067	0.48	0.48	0.48	0.4800	1.0556
9	ช	0.28	0.29	0.27	0.2800	0.26	0.25	0.27	0.2600	1.0769
10	ญ	0.35	0.34	0.35	0.3467	0.37	0.40	0.37	0.3800	0.9124
11	ญ	0.40	0.43	0.40	0.4100	0.46	0.43	0.45	0.4467	0.9178
12	ช	0.37	0.33	0.32	0.3400	0.34	0.31	0.37	0.3400	1.0000
13	ญ	0.49	0.46	0.52	0.4900	0.44	0.42	0.47	0.4433	1.1053
14	ญ	0.33	0.42	0.48	0.4100	0.39	0.46	0.46	0.4367	0.9389
15	ญ	0.31	0.37	0.40	0.3600	0.41	0.38	0.40	0.3967	0.9075
16	ญ	0.52	0.46	0.61	0.5300	0.46	0.51	0.54	0.5033	1.0530
17	ช	0.43	0.44	0.44	0.4367	0.46	0.50	0.47	0.4767	0.9161
18	ช	0.70	0.69	0.80	0.7300	0.81	0.72	0.85	0.7933	0.9202
19	ญ	0.67	0.68	0.75	0.7000	0.69	0.72	0.85	0.7533	0.9292
20	ญ	0.52	0.54	0.57	0.5433	0.54	0.65	0.64	0.6100	0.8907
21	ญ	0.25	0.25	0.27	0.2567	0.21	0.26	0.29	0.2533	1.0134
22	ญ	0.48	0.50	0.53	0.5033	0.47	0.57	0.49	0.5100	0.9869

ตารางที่ 36 (ต่อ)

คนที่	เพศ	เปิดจุมก				ปิดจุมก				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
23	ช	0.22	0.22	0.26	0.2333	0.19	0.33	0.29	0.2700	0.8641
24	ช	0.54	0.57	0.61	0.5733	0.48	0.61	0.50	0.5300	1.0817
25	ญ	0.31	0.30	0.33	0.3133	0.31	0.27	0.34	0.3067	1.0215
26	ญ	0.47	0.33	0.28	0.3600	0.48	0.28	0.27	0.3433	1.0486
27	ญ	0.16	0.14	0.23	0.1767	0.15	0.19	0.20	0.1800	0.9817
28	ญ	0.37	0.32	0.39	0.3600	0.38	0.36	0.40	0.3800	0.9474
29	ญ	0.48	0.48	0.44	0.4667	0.51	0.43	0.46	0.4667	1.0000
30	ช	0.56	0.46	0.53	0.5167	0.59	0.46	0.55	0.5333	0.9689
31	ช	0.52	0.57	0.53	0.5400	0.53	0.50	0.52	0.5167	1.0451
32	ช	0.51	0.50	0.57	0.5267	0.55	0.54	0.58	0.5567	0.9461
33	ญ	0.41	0.39	0.45	0.4167	0.45	0.42	0.44	0.4367	0.9542
34	ญ	0.32	0.39	0.34	0.3500	0.38	0.34	0.45	0.3900	0.8974
35	ช	0.85	0.68	0.73	0.7533	0.74	0.83	0.73	0.7667	0.9825
36	ญ	0.46	0.51	0.50	0.4900	0.45	0.49	0.47	0.4700	1.0426
37	ญ	0.58	0.51	0.54	0.5433	0.55	0.59	0.74	0.6267	0.8669
38	ญ	0.53	0.74	0.59	0.6200	0.49	0.62	0.58	0.5633	1.1007
39	ญ	0.43	0.45	0.46	0.4467	0.49	0.52	0.46	0.4900	0.9116
40	ญ	0.55	0.56	0.51	0.5400	0.53	0.51	0.56	0.5333	1.0126

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ยแรงดันลมในช่องปากเป่าขณะเปิดและปิดจมูกและสัดส่วนแรงดันลม ของเด็กช่วงอายุ 9 ปี ถึง 9 ปี 11 เดือน

คนที่	เพศ	เปิดจมูก				ปิดจมูก				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
1	ช	0.63	0.70	0.87	0.7333	0.68	0.79	0.85	0.7733	0.9483
2	ช	0.80	0.78	1.05	0.8767	0.85	0.86	1.09	0.9333	0.9394
3	ญ	0.30	0.25	0.35	0.3000	0.26	0.30	0.30	0.2867	1.0464
4	ญ	0.42	0.43	0.41	0.4200	0.38	0.42	0.42	0.4067	1.0327
5	ช	0.64	0.57	0.54	0.5833	0.60	0.57	0.56	0.5767	1.0114
6	ญ	0.31	0.27	0.28	0.2867	0.25	0.26	0.26	0.2567	1.1169
7	ญ	0.37	0.38	0.44	0.3967	0.30	0.37	0.48	0.3833	1.0350
8	ช	0.56	0.40	0.41	0.4567	0.50	0.44	0.48	0.4733	0.9649
9	ญ	0.22	0.20	0.25	0.2233	0.18	0.20	0.21	0.1967	1.1352
10	ช	0.45	0.42	0.44	0.4367	0.43	0.44	0.46	0.4433	0.9851
11	ช	0.65	0.65	0.63	0.6433	0.67	0.67	0.63	0.6567	0.9796
12	ช	0.65	0.65	0.65	0.6500	0.60	0.66	0.64	0.6333	1.0264
13	ช	0.50	0.63	0.53	0.5533	0.58	0.58	0.67	0.6100	0.9070
14	ช	0.63	0.82	0.85	0.7667	0.68	0.91	0.87	0.8200	0.9350
15	ช	0.63	0.56	0.55	0.5800	0.54	0.58	0.55	0.5567	1.0419
16	ช	0.73	0.64	0.62	0.6633	0.63	0.70	0.68	0.6700	0.9900
17	ช	0.67	0.66	0.56	0.6300	0.55	0.57	0.60	0.5733	1.0989
18	ช	0.76	0.57	0.60	0.6433	0.60	0.47	0.55	0.5400	1.1913
19	ช	0.55	0.51	0.56	0.5400	0.50	0.47	0.54	0.5033	1.0729
20	ช	0.55	0.64	0.56	0.5833	0.66	0.64	0.54	0.6133	0.9511
21	ญ	0.55	0.47	0.43	0.4833	0.53	0.46	0.44	0.4767	1.0138
22	ญ	0.48	0.49	0.51	0.4933	0.47	0.49	0.45	0.4700	1.0496

ตารางที่ 37 (ต่อ)

คนที่	เพศ	เปิดจมก				ปิดจมก				สัดส่วน
		1	2	3	เฉลี่ย	1	2	3	เฉลี่ย	
23	ญ	0.47	0.47	0.44	0.4600	0.52	0.52	0.48	0.5067	0.9078
24	ช	0.54	0.50	0.55	0.5300	0.59	0.53	0.59	0.5700	0.9298
25	ญ	0.42	0.43	0.42	0.4233	0.44	0.40	0.37	0.4033	1.0496
26	ช	0.45	0.44	0.47	0.4533	0.43	0.50	0.47	0.4667	0.9713
27	ช	0.32	0.48	0.43	0.4100	0.48	0.58	0.56	0.5400	0.7593
28	ช	0.54	0.49	0.55	0.5267	0.52	0.54	0.56	0.5400	0.9754
29	ช	0.51	0.44	0.51	0.4867	0.58	0.45	0.56	0.5300	0.9183
30	ญ	0.40	0.34	0.35	0.3633	0.43	0.37	0.37	0.3900	0.9315
31	ญ	0.38	0.38	0.53	0.4300	0.39	0.46	0.64	0.4967	0.8657
32	ญ	0.50	0.43	0.47	0.4667	0.46	0.45	0.44	0.4500	1.0371
33	ช	0.55	0.67	0.66	0.6267	0.60	0.62	0.67	0.6300	0.9946
34	ช	0.63	0.58	0.62	0.6100	0.57	0.62	0.63	0.6067	1.0054
35	ญ	0.65	0.64	0.71	0.6667	0.63	0.66	0.79	0.6933	0.9616
36	ญ	0.46	0.58	0.58	0.5400	0.58	0.60	0.61	0.5967	0.9050
37	ญ	0.29	0.44	0.42	0.3833	0.36	0.41	0.47	0.4133	0.9274
38	ช	0.58	0.53	0.70	0.6033	0.52	0.58	0.72	0.6067	0.9944
39	ช	0.44	0.44	0.46	0.4467	0.41	0.44	0.46	0.4367	1.0229
40	ญ	0.40	0.41	0.42	0.4100	0.45	0.44	0.37	0.4200	0.9762



ชื่อและสถานที่ของโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง



ชื่อโรงเรียน	สถานที่
พระตำหนักสวนกุหลาบ	ถ.ถนนมหาธาตุ พระราชวัง พระนคร กทม 10200
วัดโสมนัส	ถ.พดุงกรุงเกษม โสมนัส ป้อมปราบฯ กทม 10100
วัดอมรินทราราม	ถ.อรุณอมรินทร์ ศิริราช บางกอกน้อย กทม 10700
วัดพลับพลาชัย	ถ.ถนนหลวง ป้อมปราบฯ ป้อมปราบฯ กทม 10100
วัดชนะสงคราม	ถ.สามเสน ชนะสงคราม พระนคร กทม 10200
อนุบาลสามเสน	ถ.ถนนพระราม 6 ถนนพระราม 6 พญาไท กทม 10400
วัดโบสถ์	ถ.สามเสน ดุสิต ดุสิต กทม 10300
อนุบาลวัดปรีณายก	ถ.ราชดำเนินนอก ราชดำเนินนอก พระนคร กทม 10200
โพลิตสโมส	ถ.อรุณอมรินทร์ ศิริราช บางกอกน้อย กทม 10700